

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COM *KETTLEBELL*
SOBRE A QUALIDADE DE MOVIMENTO, FORÇA
MUSCULAR E CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA

BRUNO FARIAS CASTRO

São Cristóvão

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COM *KETTLEBELL*
SOBRE A QUALIDADE DE MOVIMENTO, FORÇA
MUSCULAR E CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA

BRUNO FARIAS CASTRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto

São Cristóvão

2015

ii

Castro, Bruno Farias

“Efeitos do Treinamento Físico com *Kettlebell* sobre a Qualidade de Movimento, Força Muscular e Capacidade Cardiorrespiratória” – São Cristóvão, 2015 xf.

Orientador: Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1 exercício balístico 2 treinamento intervalado 3 intervenção

BRUNO FARIAS CASTRO

EFEITOS DO TREINAMENTO FÍSICO COM *KETTLEBELL*
SOBRE A QUALIDADE DE MOVIMENTO, FORÇA
MUSCULAR E CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Aprovada em ____/____/____

1º Examinador: Prof. Dr. Estélio Henrique Martin Dantas

2º Examinador: Prof. Dr. Marcos Bezerra de Almeida

3º Examinador: Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto

PARECER

DEDICATÓRIA

Ingressar no Mestrado em Educação física foi a realização de um sonho de dez anos, o qual coincidiu com o nascimento do meu filho, outro desejo de muitos anos. Dedico este estudo a Theo, meu filho, um símbolo da pureza, amor, alegria e sensibilidade do ser humano.

Dedico também à minha família, meus pais Gilson e Rejane, minha irmã Erica e minha afilhada linda Maíra, que me deram o suporte fundamental para concretizar este sonho. À minha tia Simone, que me tem como filho e eu à tenho como mãe. E à minha avó Angelina, que para o neto aqui não esquece de nada e demonstra que a idade não afeta nem um pouco sua memória e seus cuidados comigo. Uma dedicação em especial à minha mãe, Rejane Coelho Borges Farias Castro, a qual não economizou o mínimo esforço para caminhar ao meu lado por todas as trajetórias. Minha mãe merece uma tese de Doutorado completa para tentar explicar tamanha capacidade de realizar diversas atividades simultaneamente, com a maior tranquilidade e felicidade do mundo.

À minha noiva, Sara Santos, que participou de todo o processo, desde o início, quando conversávamos sobre a difícil decisão de encerrar as atividades na academia para ingressar no Mestrado em outra cidade. Mesmo sabendo da imensidão da saudade nesse período, seguimos em frente, pois temos o mesmo sonho de uma vida inteira pela frente, juntos.

AGRADECIMENTO

Obrigado a todos os membros do grupo de estudo *Functional Training Group* (FTG), sempre disponíveis para ajudar na coleta de dados de forma profissional e ao mesmo tempo amigável, tornando o ambiente prazeroso para todos os envolvidos. Essa equipe demonstra um comprometimento e companheirismo em todas as oportunidades e cada momento de convívio neste time me fez refletir sobre a importância do trabalho em grupo.

Um obrigado a cada participante deste estudo pelo comprometimento, colaboração e pelos prazerosos momentos em cada sessão de treinamento ou avaliação. Um obrigado especial para o nosso Carlos “Batman”, sempre a postos para cada coleta de dados.

Agradeço aos meus colegas de mestrado por todo o convívio durante as disciplinas, fora das salas de aulas, nos eventos sociais e até mesmo nas redes sociais. Todos sempre dispostos a ajudar na busca por artigos, na análise estatística, na formatação do trabalho e no apoio psicológico. Um obrigado especial aos amigos Obanshe Severo e Alexandre Reis.

Obrigado a cada professor do nosso departamento que tive a oportunidade de ser aluno. Durante as aulas meu interesse sempre esteve além do conteúdo. Ouvir as experiências acadêmicas de cada professor, seus trabalhos e suas conquistas despertavam a mesma curiosidade. Foi uma honra estar diante de profissionais que admiro e tenho como exemplo a ser seguido.

Um desses professores em especial é o meu orientador, Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto, ao qual agradeço pelo seu exemplo natural e diário. Obrigado também pelas conversas sobre temas não acadêmicos, pelas trocas de experiências profissionais e ideias empreendedoras. E obrigado, principalmente, por ter contribuído para me fazer um indivíduo melhor tanto no campo profissional como no pessoal.

Ao longo dessa jornada tive a oportunidade de conhecer pessoas que se tornaram minhas referências em diversos aspectos da vida. Obrigado à Sra. Ivone e Sr. Sátiro, sempre dispostos a me proporcionar a melhor estadia no Rosa Elze. Obrigado Sr. Zé Augusto e a toda sua equipe. Obrigado!

RESUMO

Desde que foi reintroduzido nos Estados Unidos em 2001, o treinamento com *Kettlebell* cresceu exponencialmente entre atletas profissionais e amadores das mais diversas modalidades. O principal argumento utilizado pelos disseminadores desta metodologia foi o fato de que seus exercícios balísticos seriam eficientes para gerar adaptações positivas na força e potência muscular e na resistência cardiorrespiratória simultaneamente, além de ser uma atividade de extremo consumo energético. Tais afirmações são atualmente suportadas por respeitadas publicações científicas entretanto, ainda não está claro cientificamente se existe diferentes adaptações entre as duas formas mais comuns de praticar o *swing*, exercício fundamental no treinamento com *Kettlebell*. Assim como, também não é de conhecimento científico, a dose de treinamento com *kettlebell* mais eficiente para que ocorram positivas adaptações nas capacidades físicas. Foram então desenvolvidos dois estudos com os seguintes objetivos: a) Comparar as duas formas mais comuns de execução do exercício *swing*, unilateral e bilateral (estudo um); b) Comparar duas típicas rotinas de treinamento com *kettlebell* com diferentes volume e intensidade (estudo dois). Participaram desta pesquisa estudantes universitários fisicamente ativos, sem experiência (estudo um) ou com experiência (estudo dois) em treinamento com *kettlebell*. Os resultados dos nossos estudos sugerem que: a) As duas formas de execução do exercício *swing*, unilateral e bilateral, são eficazes para melhorar a qualidade de movimento, a força muscular e a resistência cardiorrespiratória; b) Independentemente do volume e da intensidade utilizados no protocolo deste estudo, a carga total de treinamento foi o principal responsável pela resposta significativamente positiva na qualidade de movimento, na força e na resistência cardiorrespiratória.

ABSTRACT

Since it was introduced in the United States in 2001, Kettlebell training has grown exponentially among professional and amateur athletes from different sports. The main argument used by disseminators of this methodology was the fact that their ballistic exercises would be efficient to generate positive adaptations in muscle strength and power and cardiorespiratory endurance simultaneously, as well as being an extreme energy consumption activity. Such statements are currently supported by respected scientific publications however; it is not yet scientifically clear whether there is different adaptations between the two most common ways of practicing the swing, a fundamental exercise in Kettlebell training. Just as it's unclear what is the best dose to prescribe for each goal during kettlebell training. Two studies were then developed with the following objectives: a) to compare the two most common forms of execution of the swing exercise, unilateral and bilateral (study one); b) to compare two typical kettlebell training routines with different volume and intensity (study two). Participated in this research physically active university students without experience (study one) or experience (study two) in kettlebell training. The results of our studies suggest that: a) the two forms of the swing exercise, unilateral and bilateral, are effective to improve the quality of motion muscle strength and cardiorespiratory endurance; b) Regardless of the volume and intensity used in the protocol of this study, the total training load was primarily responsible for the significantly positive response in the quality of movement, strength and cardiorespiratory endurance.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Feirante Russo se exibindo com kettlebell	5
Figura 2. Pyotr Kryloff.....	6
Figura 3. Doutor Vladislav Kraevsky e seus alunos	7
Figura 4. Exercício Swing. Posição Baixa (A). Posição Alta (B).	10
Figura 5. Clean – começa com um swing e termina em posição de rack.	11
Figura 6. Snatch – começa com um swing e termina com o kettlebell acima da cabeça.	11
Figura 7. Diagrama do período total de intervenção.....	34
Figura 8. Exercício Agachamento Goblet	38
Figura 9. Exercício Barra Fixa	39
Figura 10. Lay Out do teste YoYo Level I	39
Figura 11. Pontuação final da avaliação funcional do movimento. Média e erro padrão. (*) significamente maior que o pré.....	43
Figura 12. Comportamento da distância total percorrida no teste de resistência intermitente (YoYo IR Level I) para ambos os grupos. Média e erro padrão. (*) significamente maior que o pré.....	45
Figura 13. Pontuação final da avaliação funcional do movimento. Média e erro padrão. (*) significamente maior que o pré.....	45
Figura 14. Comportamento da distância total percorrida no teste de resistência intermitente (YoYo IR Level I) para ambos os grupos. Média e erro padrão. (*) significamente maior que o pré.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características básicas dos participantes do estudo UM.	33
Tabela 2. Características básicas dos participantes do estudo DOIS.....	33
Tabela 3. Número de repetições por sessão de treino no procedimento de intervenção do estudo UM.	40
Tabela 4. Carga total de trabalho por sessão de treinamento no procedimento de intervenção do estudo DOIS.....	41
Tabela 5. Comportamento da força muscular máxima após cinco semanas de treinamento, nos testes de leg press e supino. (Valores em média \pm desvio padrão).	44
Tabela 6. Comportamento da resistência de força após cinco semanas de treinamento, nos testes de goblet squat e barra fixa. (Valores em média \pm desvio padrão).	44
Tabela 7. Comportamento da força muscular máxima após cinco semanas de treinamento, nos testes de leg press e supino. (Valores em média \pm desvio padrão).	46
Tabela 8. Comportamento da resistência de força após cinco semanas de treinamento, nos testes de goblet squat e barra fixa. (Valores em média \pm desvio padrão).	46

LISTA DE SÍMBOLOS OU NOMENCLATURA

ACSM - *American College of Sports Medicine*

AHA - *American Heart Association*

CL – *Clean* – É um *swing* no qual o *kettlebell* termina na posição de *rack* (apoiado entre o braço e antebraço e altura da cintura).

CMJ – *Couter Movement Jump*

CNEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

DEXA – *Dual X-Ray Absorptiometry*

EMG – Eletromiografia

FMS - *Funcional Movement Screen*

ICQ – Índice Cintura Quadril

ISAK - *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*

IUKL – *International Union of Kettlebell Lifting*

NBA – *National Basketball Association*

NFL – *National Football League*

NIOSH - *National Institute for Occupational Safety and Health*

RM – Repetição máxima.

RPE – *Rate of Perceived Exertion* – Percepção de esforço.

SJ – *Squat Jump*

SN – *Snatch* – É um *swing* no qual o *kettlebell* termina na posição acima da cabeça apoiado na mão e cotovelo estendido.

SW – *Swing* – Movimento básico do *kettlebell* o qual segue uma trajetória de arco a partir de entre as pernas até a altura do esterno.

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFC – *Ultimate Fight Championship*

VIGITEL – Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico

VO₂ – Consumo de Oxigênio.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1	Histórico do treinamento com <i>kettlebells</i>	5
2.2	Aspectos Biomecânicos	9
2.3	Aspectos neuromusculares relacionados ao treinamento com <i>kettlebell</i>	11
2.4	Aspectos Cardiorrespiratórios	15
2.5	Qualidade de Movimento (Estudo UM)	18
2.6	Interdependência volume intensidade (Estudo DOIS)	26
3	OBJETIVOS	31
3.1	Objetivo Geral	31
3.2	Objetivos Específicos	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Participantes	32
4.2	Procedimentos	34
4.2.1	Antropometria	35
4.2.2	Avaliação Funcional do Movimento	35
4.2.3	Teste de Força Muscular	36
4.2.4	Teste Intermitente de Resistência Cardiorrespiratória	39
4.2.5	Treinamento	40
4.3	Análise Estatística	42
5	RESULTADOS	43
5.1	Estudo UM	43
5.2	Estudo DOIS	45
6	DISCUSSÃO	48
6.1	Estudo UM	48
6.2	Estudo DOIS	50
7	CONCLUSÃO	54
7.1	Estudo UM	54
7.2	Estudo DOIS	54
8	APLICAÇÕES PRÁTICAS	55
8.1	Estudo UM	55
8.2	Estudo DOIS	55
9	APÊNDICES	56

9.1	Apêndice 1	56
9.2	Apêndice 2	58
9.3	Apêndice 3	59
9.4	Apêndice 4	60
10	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a recomendação pela prática regular de atividade física é disseminada por profissionais da saúde das mais variadas especialidades, dentre eles, cardiologistas, endocrinologistas, ortopedistas, psicólogos, terapeutas, nutricionistas e professores de Educação Física. Além do desempenho físico, a prática regular de atividade física está associada à manutenção da saúde; prevenção de doenças dos sistemas cardiovascular, respiratório, muscular e ósseo; e ao tratamento de diversas enfermidades, conforme pode ser comprovado através das evidências científicas com alto fator de impacto (nível “A”) na maior parte dos casos (1).

Inicialmente, diante dos comprovados benefícios para o sistema cardiorrespiratório, como redução da pressão arterial (2), frequência cardíaca de repouso (3) e gordura corporal (4), as atividades cíclicas e com características aeróbicas, principalmente a caminhada, corrida, natação e ciclismo, eram as mais recomendadas pelos profissionais da saúde, e foram também as primeiras opções entre os exercícios físicos escolhidos pela população fisicamente ativa. Com o avanço das investigações sobre a prática regular de exercícios resistidos e sua reconhecida influência para o aumento do metabolismo basal (5), densidade mineral óssea (6), força, potência, hipertrofia muscular (7) e redução da sarcopenia (8), o treinamento de força passou a integrar as recomendações profissionais e popularizou-se de forma que a musculação alcançou o segundo lugar como atividade física mais praticada no Brasil, atrás apenas da caminhada (9). As diretrizes atuais do Colégio Americano de Medicina Esportiva incluem a recomendação regular das duas modalidades, aeróbica e resistida, com seus respectivos valores para intensidade, volume e frequência de treinamento (10).

Além dos benefícios para a saúde, outro fator que atrai as pessoas para a prática de exercícios físicos é o aspecto estético que estas atividades proporcionam ao diminuir a quantidade de gordura corporal e aumentar a massa muscular. Certamente que o mercado do *fitness* e do bem estar acompanha essa demanda e a cada dia surgem novos equipamentos e métodos de treinamento que prometem o melhor resultado no menor tempo. Destes, alguns não passaram de uma “moda

de verão”, sem nenhuma comprovação científica, entretanto, outros foram extensamente investigados e se mostraram eficientes em promover tanto os benefícios cardiorrespiratórios quanto neuromusculares simultaneamente, como é o caso do treinamento em circuito (11, 12), caracterizado por uma sequência de exercícios resistidos, específicos para diferentes grupos musculares, sendo executados com um mínimo intervalo de repouso entre eles. Uma ferramenta, com seu próprio método de treinamento, e que seus praticantes afirmam ser eficaz, assim como o treinamento em circuito, tanto para gerar os benefícios de uma atividade aeróbica como dos exercícios resistidos (13), é o *kettlebell*, o qual atingiu uma popularidade de forma exponencial nos últimos 15 anos.

O *kettlebell*, uma peça de ferro fundido em formato esférico, semelhante a uma bala de canhão com uma alça, originalmente utilizado como contrapeso nas balanças de feiras livres, é atualmente uma ferramenta de treinamento físico presente na preparação física de atletas profissionais das mais variadas modalidades esportivas. Difundido na Rússia desde os anos 1700, o mundo ocidental só teve conhecimento sobre o *kettlebell* e sua utilização no treinamento físico a partir do ano 2001, quando ocorreu o primeiro curso de formação de instrutores de *kettlebell* e o mesmo começou a ser fabricado nos Estados Unidos (13). Estimulada por publicações não científicas em redes sociais e revistas sobre exercício físico, os quais enfatizavam os concomitantes benefícios do treinamento com *kettlebell* em relação à força, potência, resistência e emagrecimento, a prática do treinamento com esta ferramenta cresceu de forma exponencial entre atletas amadores e praticantes de atividade física. Outro fator que pode ter contribuído para a popularização do treinamento com *kettlebell* foi a divulgação sobre a sua utilização no treinamento físico de soldados das tropas de elite russas e americanas, assim como na preparação física de atletas profissionais das mais importantes competições mundiais como NBA, UFC e NFL.

O exponencial crescimento na utilização do *kettlebell* despertou o interesse da comunidade científica em investigar os reais benefícios do treinamento com esta ferramenta e a partir do ano 2010 começam a surgir os primeiros estudos em língua inglesa. Já foram tema de artigos científicos a relação do treinamento com *kettlebell* e o consumo de oxigênio (14), força muscular (15-18), resistência

cardiorrespiratória (18, 19), e o consumo energético (20). A dinâmica do treinamento com *kettlebell*, com seus movimentos envolvendo todo o corpo, parecem desafiar as capacidades físicas simultaneamente, reduzindo assim o tempo total de uma sessão de treinamento em comparação ao modelo atual, onde as sessões com características cardiorrespiratória e neuromuscular acontecem em momentos diferentes.

Os créditos atribuídos ao treinamento com *kettlebell* estão geralmente relacionados com a característica balística e a força necessária para acelerá-lo em seus movimentos curvilíneos (21), e sendo o *swing* o exercício mais básico e fundamental ao utilizar esta ferramenta, praticamente todas as investigações sobre treinamento com *kettlebell* incluem este exercício nos seus protocolos. Apesar de já terem sido observados os benefícios do *swing* sobre diversas capacidades físicas, as diferentes formas de execução deste exercício nunca foram objeto de investigação. Dentre diversas variações, existem três formas principais de se praticar o *swing*: unilateral (um *kettlebell* seguro por uma das mãos); bilateral (um *kettlebell* apoiado com as duas mãos); e *double swing* (um *kettlebell* em cada mão). Entre os praticantes, é comum a crença de que o *swing* unilateral envolve maior quantidade de massa muscular, gera uma maior demanda energética e seja mais eficiente para diminuir a assimetria corporal, entretanto, nenhuma destas afirmações foram investigadas cientificamente. O conhecimento sobre os efeitos do treinamento utilizando-se das diferentes formas de execução do *swing* contribuirá para uma prescrição de treinamento mais adequada a cada indivíduo e objetivo.

Outro fator de fundamental importância na prescrição do treinamento é o conhecimento da dose mais adequada para cada objetivo. O estudo da relação dose-resposta, comum nas investigações farmacêuticas, é também objeto de pesquisa na área do treinamento físico. Entretanto, não há ainda um consenso entre quanto de exercício (dose) é indicado para determinada adaptação a nível de saúde ou desempenho físico (resposta). Além de possibilitar uma prescrição do treinamento mais eficiente, o conhecimento da relação dose resposta contribuiria na redução do risco de lesão por esforço demasiado, ou ainda, pode contribuir no processo de reabilitação, por exemplo. Os protocolos de treinamento com *kettlebell*, encontrados em livros, sem embasamento científico, não estão claramente

definidos para qual objetivo se destinam. Diante da falta de conclusão quanto à dose de treinamento, pesquisas nesta linha de investigação que contribuam para um maior entendimento desta relação continuarão sendo de fundamental relevância científica, principalmente ao se tratar de uma ferramenta popular e pouco investigada como o *kettlebell*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do treinamento com *kettlebells*

Kettlebell, ou *Girya* em Russo, é uma peça de ferro fundido, que lembra uma bala de canhão com uma alça. A origem do *kettlebell* é incerta, mas arquivos arqueológicos mostram sua utilização desde a Grécia antiga, como pode ser comprovado com um *kettlebell* de pedra pesando 143kg armazenado no Museu de Olímpia, em Atenas.

O termo *Girya* foi publicado pela primeira vez, na Rússia, em um dicionário do ano 1704. Originalmente, sua função era de contra-peso nas balanças das feiras livres (22). Entretanto, como a força sempre foi vista como uma qualidade física admirável na cultura Russa, durante as feiras e festivais, os vendedores começaram a empurrar ou faziam um movimento de *swing* para lançar a *girya* acima da cabeça e assim, demonstrar a sua força (Figura 1).



Figura 1. Feirante Russo se exibindo com *Kettlebell*.
Fonte: Google Images.

No ano de 1875, ainda jovem, Pyotr Kryloff, começou a praticar movimentos com *kettlebells* e se tornou um apresentador de circo até os seus 60 anos de idade (Figura 2). Em suas apresentações, Kryloff levantava-se do solo com um *kettlebell*

de 32kg, empurrava este mesmo *kettlebell* acima da cabeça 88 vezes e fazia malabares com três destes simultaneamente. Pyotr era conhecido pelo público como “rei dos *kettlebells*” (13).



Figura 2. Pyotr Kryloff
Fonte: *Enter the Kettlebell*.

Também Russo, Doutor Vladislav Kraevsky, com o intuito de encontrar novos caminhos para melhorar a saúde e a educação física no seu país, fazia constantes viagens para a Europa coletando informações sobre cultura física e esportes. Passados dez anos, de volta ao seu país, Vladislav introduziu exercícios com *kettlebells* e com as, atualmente conhecidas, barras olímpicas para a comunidade atlética. No dia 10 de agosto de 1885, inaugurou, em sua própria residência, o primeiro centro de treinamento com pesos no qual, prescrevia, três vezes por semana, os exercícios *snatch*, *press* e *clean & jerk* para seus alunos. Este dia é considerado o nascimento do levantamento de peso e Kraevsky ficou conhecido como o "pai dos *kettlebells*" (Figura 3).

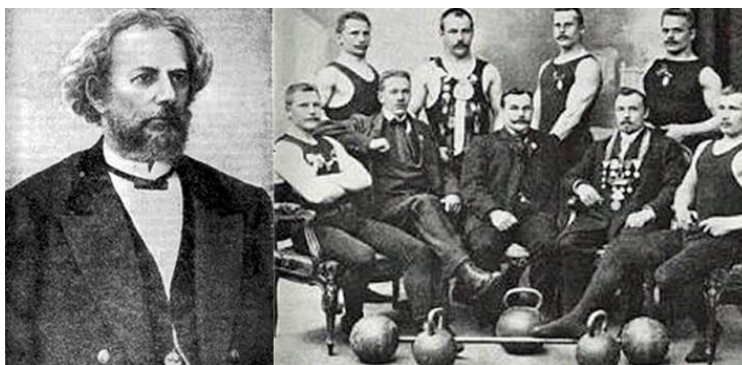


Figura 3. Doutor Vladislav Kraevsky e seus alunos.
Fonte: *Enter the Kettlebell*.

O treinamento com a *girya* popularizou-se na Rússia de tal maneira que toda pessoa forte ou levantador de peso era conhecido como *girevik*, ou *kettlebell-man*. Ao mesmo tempo que a prática e a popularização do *kettlebell* aumentava, se tornando símbolo de força e orgulho nacional, a explosão da primeira guerra mundial e a guerra civil acontecendo naquele país não permitiram que este método de treinamento fosse disseminado para fora das fronteiras Russas (23).

A este período histórico, o treinamento com *kettlebells* já era comum entre as pessoas das áreas rurais, atletas olímpicos e militares, começou a ser utilizado pelos levantadores de peso olímpico com o objetivo de fortalecer seu lado mais fraco e por atletas de diversas modalidades como suplementação do treinamento (23). Nas forças armadas soviéticas, ao invés dos típicos testes físicos de flexão de braços, seus soldados são testados através do volume de *snatches* com um *kettlebell* de 24kg (13). E o manual oficial sobre treinamento de força das forças armadas soviéticas afirma que o treinamento com *kettlebell* é “um dos meios mais efetivos para desenvolver força”.

Segundo Tsatsouline (13), estudos soviéticos do século XX, não traduzidos para a língua inglesa, demonstraram o que os praticantes russos já acreditavam: *kettlebell* é uma excelente ferramenta para desenvolver as valências físicas simultaneamente. E exemplifica citando um estudo de Voropayev (1983), onde dois grupos seguiram diferentes rotinas de exercícios. Enquanto o grupo controle seguia uma rotina militar e praticava os próprios exercícios que seriam testados (barra fixa,

salto vertical, corridas de 100 metros e de um quilômetro), o grupo experimental praticou apenas exercícios com *kettlebell*. Apesar de não praticar os exercícios testados, o grupo experimental apresentou melhores resultados em todos os testes.

Em 1981, o governo Russo reconhece os diversos benefícios que o treinamento com *kettlebell* pode trazer para seus cidadãos e, através de uma comissão oficial, realiza uma força tarefa para que a grande massa da população realize treinamento com *kettlebell* no intuito de melhorar a produtividade dos trabalhadores e diminuir os custos com saúde pública.

Progressivamente, o *kettlebell* foi se desenvolvendo como esporte e em 1948 aconteceu a primeira competição oficial. Batizado como *Girevoy*, o objetivo deste esporte é atingir o maior número de repetições com um determinado peso nos exercícios de *snatch* e *jerk*. Em 1974 foi oficialmente declarado pelo governo Russo como um típico esporte nacional (23).

Nos Estados Unidos, não foram encontradas referências sobre *kettlebell* antes do ano 2002 (14). Os estadunidenses só passaram a conhecer o *kettlebell* em 1998 com a tamanha repercussão do artigo divulgativo *Vodka, Pickle Juice, Kettlebell Lifting, and Other Russian Pastimes*, de Pavel Tsatsouline, publicado na revista MILO.

Uma parceria entre Pavel e o editor Jonh Du Cane, dono da editora Dragon Door, resultou na publicação do seu primeiro livro, *The Russian Kettlebell Challenge*, em 2001 (24). Nesta sociedade, Pavel ficou encarregado pela capacitação de instrutores e Du Cane pela produção de *kettlebells*. Ainda em 2001, foram produzidos os primeiros *kettlebells* de fabricação americana, e aconteceu o primeiro curso de instrutor de *kettlebell* em solo americano.

Em 2002, o *kettlebell* foi listado como uma das melhores ferramentas de treinamento físico pela revista descritiva de *fitness* “Rolling Stone”. E em 2004, Dr. Randall Strossen, um dos nomes mais respeitados no treinamento de força, reafirma os benefícios do treinamento com *kettlebell* e aponta Pavel Tsatsouline como o responsável pela introdução e popularização do *kettlebell* na América. Atualmente, o *kettlebell* é utilizado tanto por atletas profissionais e amadores que

buscam melhora no rendimento, quanto por adeptos à prática de exercícios físicos com o objetivo de emagrecimento, aumento de massa muscular e resistência cardiorrespiratória.

Em inglês, os estudos sobre *kettlebell* começam a surgir em 2010 e poucos destes estudos apresentam protocolos de exercícios que condizem com a prática real de quem já utiliza o *kettlebell* como ferramenta de treinamento físico. Muitas vezes a carga utilizada, assim como o volume, estão muito abaixo do recomendado para iniciantes, intermediários e avançados.

2.2 Aspectos Biomecânicos

O *swing* é considerado o fundamento básico do treinamento com *kettlebell* e, segundo seus praticantes e instrutores, pode melhorar de forma significativa o desempenho dos atletas na maioria dos esportes, do maratonista ao levantador de peso. Diante da carência de investigações científicas sobre o tema, este resultado percebido de forma informal é conhecido e citado em livros e manuais pela expressão em inglês *what the hell effect!* ou, “Que efeito é esse!”, em português. Além de ser um pré-requisito para diversos outros exercícios do *kettlebell*, o *swing* está presente em praticamente todos os programas de treinamento, mesmo com objetivos variados como aumento de força e potência, melhora da resistência ou redução de gordura corporal (13).

Como o próprio nome sugere, *swing* é o movimento de pendular um *kettlebell* a partir de entre as pernas até a altura meso-esternal, guiar seu retorno e então, acelerá-lo novamente utilizando o quadril para gerar potência ao exercício (13). O *swing* é executado com os cotovelos estendidos e pode ser realizado com um *kettlebell*, sendo guiado por uma mão (*swing* unilateral) ou com as duas mãos (*swing* bilateral), ou com dois *kettlebells*, um em cada mão (*swing* duplo).

De uma forma mais técnica, o exercício *swing* (Figura 4) pode ser descrito como um movimento que se inicia por uma ativa flexão do quadril e limitada flexão de joelhos e tornozelos, onde o *kettlebell* é deslocado em uma trajetória de arco passando por entre os joelhos até atingir a posição mais baixa do *swing* graças à flexibilidade dos músculos isquiotibiais e à capacidade de manutenção da coluna

em posição neutra (25), (figura 4- posição A). O movimento é então invertido, basicamente pela extensão do quadril, com o intuito de deslocar o *kettlebell* pela mesma trajetória de arco, para longe do corpo e finalizado na posição ereta, com extensão completa de quadril e joelhos e extensão dos tornozelos sem perder contato dos calcanhares com o solo, caracterizando uma tripla extensão (Figura 4 - posição B). Durante as duas fases do movimento as curvaturas naturais da coluna vertebral devem ser preservadas e os movimentos de flexão e extensão são repetidos pela quantidade total desejada.

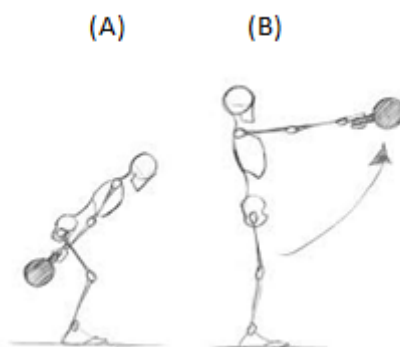


Figura 4. Exercício *Swing*. Posição Baixa (A). Posição Alta (B).
Fonte: Google Images.

Uma característica única do *swing* é a sua natureza balística, tanto na flexão como na extensão do quadril tendo a musculatura dos membros inferiores gerando grande parte do trabalho mecânico em curtos períodos de tempo (25). A rápida aceleração do *kettlebell* neste exercício é gerada por praticamente toda a musculatura da cadeia extensora dos membros inferiores (21).

Outra particularidade do *swing* é a sua característica pliométrica. Exercícios pliométricos iniciam com um rápido alongamento da musculatura seguido por um rápido encurtamento (26). Uma rápida contração excêntrica é imediatamente seguida por uma rápida contração concêntrica (Figura 4 - A e B). Dessa forma, o sistema nervoso se condiciona a reagir mais rapidamente ao ciclo alongamento-

encurtamento e aprimora sua capacidade de recrutar e desativar unidades motoras (27). Os benefícios da pliometria para aumento da potência, velocidade e força já foram amplamente demonstrados na literatura científica e podem ser encontrados nas revisões de Markovic (28) e Saez-Saez *et al.* (29).

Na prática, o treinamento de pliometria é geralmente desenvolvido através de saltos a partir de determinadas alturas. Mas, devido às grandes forças geradas nas articulações, é recomendada uma progressão adaptativa dos exercícios, um treinamento prévio da região central do corpo, conhecida como *core*, e o aprimoramento da técnica de aterrissagem para que o peso da região superior do corpo seja adequadamente transferido para o solo sem sobrecarregar a vulnerável região da lombar (30).

A característica balística do *swing*, juntamente com a sua facilidade de execução e aprendizado, baixo estresse articular e utilização de baixa carga, coloca-o como uma ótima opção para o treinamento de pliometria e potência (25).

Os mesmos princípios se aplicam ao *clean* (figura 5) e ao *snatch* (figura 6). Ambos podem ser definidos como um *swing* que termina com o *kettlebell* na posição de *rack* (*clean*) ou na posição sobre a cabeça (*snatch*). Durante o processo de aprendizagem destes movimentos, o aluno precisa entender que é necessário modificar a trajetória do *kettlebell* logo abaixo do quadril e então acomodá-lo na posição de *rack* ou sobre a cabeça com cotovelo estendido.

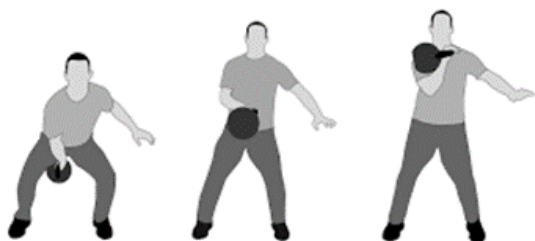


Figura 5. *Clean* – *swing* que termina com o *kettlebell* em posição de *rack*.
Fonte: Google Images.

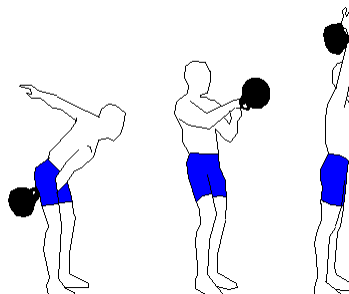


Figura 6. *Snatch* – *swing* que termina com o *kettlebell* acima da cabeça.
Fonte: Google Images.

O tamanho e o formato compacto do *kettlebell*, com seu centro de massa deslocado da mão, facilita com que ele seja acelerado mais facilmente em movimentos como o *swing*. Como o seu centro de massa está descentralizado da mão do praticante, uma maior propriocepção é necessária para controlar seus movimentos e essa mesma particularidade induz que a extensão do quadril seja utilizada como gerador de potência para acelerar o *kettlebell*, ao mesmo tempo que os braços permanecem relaxados, auxiliando apenas como um “guia” para que o *kettlebell* siga sua trajetória de arco. Essa força centrípeta é altamente efetiva, eficiente e segura para melhorar alguns componentes físicos como força dinâmica e resistência, e elevar o consumo energético (25).

Forças de compressão e cisalhamento

Após uma coleta informal de atletas e treinadores nos quais os relatos variavam desde que o *swing* é um exercício terapêutico e melhora o desempenho até que é o único movimento que causa desconforto na região lombar, McGill e Marshall (21), acreditaram que o caminho para tentar entender essa extrema divergência de opiniões seria o estudo das forças mecânicas que ocorrem na coluna durante o *swing*.

Segundo McGill e Marchall (21), o ponto de investigação mais importante para desvendar esta situação é encontrar a relação entre as forças de compressão e cisalhamento que ocorrem na região lombar durante a execução do *swing*. Estes autores acrescentam que o componente inercial aplicado no *kettlebell*, a força necessária para acelerá-lo na sua trajetória de arco, causa uma alta força de cisalhamento posterior em relação à força de compressão. Provavelmente, esta relação entre as forças de compressão e cisalhamento, diferentes no *swing* e no levantamento de peso, seja o motivo pelo qual alguns atletas de levantamento básico de peso relatam desconforto na coluna lombar ao executar o *swing*. Por outro lado, quase todas as pessoas que apresentam dores nessa região, não executam o exercício com a técnica correta. Conforme descrito anteriormente, durante o *swing*, não deve ocorrer movimento na coluna e sim, flexão e extensão do quadril.

Em um estudo com trabalhadores de ocupações com alta prevalência de sintomas de dores musculoesqueléticas, Jay *et al.* (31), encontraram uma redução de 57% na sensação da dor lombar após 8 semanas de treinamento com *kettlebell* e apontam o rápido ciclo de contração e relaxamento da musculatura como um mecanismo eficiente para a retirada de metabólicos do músculo, reduzindo a acidose, dessensibilizando terminações nervosas e, conseqüentemente, reduzindo a dor.

As forças exercidas na coluna durante um exercício são resultados das tensões dos músculos e ligamentos necessários para se manter a postura ou facilitar o movimento (30). O torque necessário para que ocorra um movimento sobre uma articulação ou, para que seja mantido um ponto de equilíbrio entre forças de diferentes sentidos, é a resultante da magnitude da força multiplicado pela distância até o eixo da articulação. Na coluna vertebral, existe uma força de compressão gerada principalmente pela tensão dos músculos extensores para que se mantenha a postura ereta (30). Caso um peso fosse sustentado com as mãos e braços estendidos em frente ao corpo, por exemplo, seria necessária uma maior tensão nos músculos extensores e, conseqüentemente, maior seria a carga compressiva na coluna.

Mantendo suas curvaturas naturais, a coluna vertebral suporta de 25 a 45% mais carga compressiva e ainda, minimiza a perigosa carga de cisalhamento (32). Em casos extremos, foram encontradas cargas de compressão maiores que 20kN (4480 lb) em levantadores de peso olímpico (33).

Para efeito de comparação, o exercício *power clean*, do levantamento de peso olímpico, com uma carga de 27kg, gerou uma força compressiva de 7000N enquanto que no *swing*, na fase mais baixa, com um *kettlebell* de 16kg, a força de compressão foi menor que a metade desse valor (34). Em ambos os casos, os valores estão abaixo do limite sugerido pelo *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH).

A carga de cisalhamento, deslizamento de uma vértebra sobre outra, ocorre por uma falta de equilíbrio entre as ações musculares opostas. Na coluna vertebral, ao levantar um peso do solo, a força de cisalhamento na região lombar é quase

200N maior ao fazer este exercício com a coluna completamente fletida comparado com a coluna neutra (35). Em cadáveres adultos, a tolerância da força de cisalhamento encontrada variou de 2000 a 2800 N (36).

Dois mecanismos contribuem para minimizar as forças acometidas na coluna e aumentar sua estabilidade: a co-contração dos músculos antagonistas e o aumento da pressão intra-abdominal (37). É necessário uma contração dos músculos abdominais para que ocorra um aumento da pressão intra-abdominal e, conseqüentemente, uma maior estabilização da coluna lombar (38). A contração dos músculos que rodeiam a região da coluna lombar aumenta sua rigidez e estabilização (39).

McGill e Marshall (21) quantificaram as forças mecânicas de compressão e cisalhamento durante o início, o meio e o final do *swing* e encontraram a maior carga para ambas (3.195N e 461N respectivamente) na fase inicial do movimento. Por último, os autores supracitados contra indicam este exercício apenas para indivíduos que apresentem desconforto ou intolerância a este tipo de carga visto que ainda não existem parâmetros de risco para as forças de cisalhamento que incidem na coluna lombar.

2.3 Aspectos neuromusculares relacionados ao treinamento com *kettlebell*

Segundo Verkhoshansky e Siff (40), a força muscular é a tensão gerada por um músculo ou grupo muscular diante de uma carga. E a força muscular máxima ou capacidade máxima de gerar tensão, é expressa pela maior carga utilizada para realizar uma única repetição máxima voluntariamente (1RM).

Durante o treinamento, quanto mais próximo de 1RM for a carga utilizada, maiores serão os ganhos em força, em contrapartida, se a carga for baixa, como 20RM, maiores os ganhos em resistência muscular (41).

Os dois principais mecanismos envolvidos no ganho de força estão associados a fatores neurais (aprendizado motor, coordenação, recrutamento das fibras) ou musculares (aumento no tamanho da fibra muscular, hipertrofia). Os primeiros podem ser comprovados através do aumento da atividade eletromiográfica dos músculos envolvidos ou do aumento da contração voluntária

máxima. Para investigação da hipertrofia muscular é utilizado exames de imagem como a ressonância magnética. Os ganhos de força, em programas de treinamento de curta duração (4 a 10 semanas), estão associados às adaptações neurais, enquanto que em programas de treinamento mais longos, as adaptações musculares são os maiores responsáveis pelo aumento da força (42).

Entretanto, a participação dos mecanismos neurais ou musculares pode variar de acordo com o grau de complexidade do exercício. Exercícios mais complexos como os multiarticulares parecem necessitar um maior tempo inicial de adaptação neural quando comparado com exercícios uniarticulares, o que pode resultar numa resposta hipertrófica tardia (43).

Em um estudo de vinte semanas, Chilibeck *et al.* (44) compararam os ganhos de força (1RM) nos exercícios supino, *leg press* e rosca direta, com a massa magra (DEXA) do tronco, pernas e braços, respectivamente. Foram realizados testes pré-treinamento, após dez semanas (int-treinamento) e pós-treinamento. A força aumentou significativamente, em todos os testes, durante todo o treinamento, tanto do pré para o int quanto do int para o pós. Enquanto que a massa magra dos segmentos corporais aumentou em momentos diferentes. Nas primeiras dez semanas foi observado aumento significativo de massa magra apenas no braço. Nas últimas semanas ocorreu aumento significativo da massa magra do tronco e pernas, mas não no braço. Estes resultados corroboram com a teoria apresentada no parágrafo anterior no qual exercícios complexos (supino e *leg press*) apresentam uma resposta hipertrófica tardia comparado a exercícios mais simples (rosca direta).

Historicamente, as recomendações para a prática de exercício físico como manutenção ou melhora da saúde se concentravam em atividades de caráter cardiorrespiratório, provavelmente pela alta relação com a prevenção e o tratamento de doenças cardiovasculares, conhecida como a principal causa de morte no mundo. A partir da década de 90, o *American College of Sports Medicine*, responsável pela divulgação das diretrizes para a prática saudável de exercício físico, incluiu o treinamento de força em suas recomendações e cita diversos estudos que comprovam a relação da força muscular com um menor risco de

mortalidade, menor risco de sofrer um evento de doença cardiovascular, menor risco de desenvolver limitação funcional ou qualquer doença não fatal. Reforça que a participação regular em um programa de treinamento de força está associado a uma melhora da composição corporal, melhora dos níveis de glicose sanguínea, melhor sensibilidade à insulina, contribui na normalização da pressão arterial em pré-hipertensos e hipertensos nível I além de ser um meio efetivo para prevenção e tratamento da síndrome metabólica (10).

À medida que surgiram novas publicações científicas sobre o treinamento de força e seus benefícios foram divulgados, cresceu o número de adeptos a essa prática e, atualmente, no Brasil, segundo o ministério da saúde, o exercício resistido atingiu a segunda colocação em número de praticantes, à frente da prática do futebol e atrás apenas da caminhada.

Um dos principais benefícios apontado pelos divulgadores do treinamento com *kettlebells*, é o argumento de que uma típica rotina com esta ferramenta desenvolve, simultaneamente, além do sistema cardiorespiratório, a resistência, a força e a potência muscular (13).

A utilização do *kettlebell* como ferramenta de treinamento físico é relativamente nova na cultura ocidental e o fato de acreditar que esta forma de treinamento seria capaz de gerar os mesmos benefícios do levantamento de pesos é mais um motivo que contribuiu para aumentar sua popularidade entre treinadores, atletas e praticantes amadores.

Se os benefícios do treinamento com *kettlebells* forem realmente similares aos do levantamento de peso, algumas características poderiam se confirmar como vantagens do primeiro sobre o segundo: menor custo comparado a um conjunto de barra e discos olímpicos, não necessita de amplo espaço físico, maior facilidade para ensinar e aprender a técnica dos movimentos e é uma ferramenta aparentemente menos intimidadora para um aluno ainda não familiarizado com o treinamento de força.

Os exercícios de levantamento de peso olímpico (arranco e arremesso) e levantamento de peso básico (supino, terra e agachamento) são objetos de estudo

científico há um longo período e diversos trabalhos demonstram os benefícios destes exercícios no aumento da força e potência muscular, fatos que já não são motivos de discordância na literatura científica.

Diante da semelhança entre os movimentos praticados com *kettlebell* e os exercícios clássicos de levantamento de peso, não demorou a surgirem estudos comparando as duas formas de treinamento.

Otto *et al.* (17) compararam dois grupos de treinamento que praticaram exercícios clássicos de levantamento de peso (*high pull*, *power clean* e *back squat*) ou exercícios com *kettlebell* (*swing*, *accelerated swing* e *globet squat*) duas vezes por semana durante seis semanas. A altura do salto vertical, a carga máxima para uma repetição nos exercícios *power clean* e *back squat*, e o percentual de gordura corporal (% gord) foram as variáveis dependentes analisadas. Com exceção do % gord, todas as outras variáveis apresentaram aumento significativo após o período de intervenção, para ambos os grupos. No *back squat*, o grupo levantamento de peso teve uma melhora na carga de 1RM significativamente maior que o grupo *kettlebell*. Esta diferença entre os grupos pode ser justificada pelo fato do grupo levantamento de peso ter utilizado uma maior carga e ter praticado este exercício durante o período de treinamento. Os autores deste estudo sugerem que ambos os métodos de treinamento são eficazes para aumentar a carga máxima nos exercícios back squat e power clean, assim como na capacidade de salto vertical.

Manocchia *et al.* (15) investigaram se o treinamento com *kettlebells* resultaria em melhora da força e potência nos exercícios clássicos de levantamento de peso. Para avaliar estas capacidades foi utilizado a carga para a execução de três repetições máximas nos exercícios supino e arremesso e a altura máxima no salto vertical. Neste estudo, os participantes foram submetidos a um período de 10 semanas de treinamento (duas sessões por semana) com *kettlebells*. Apesar de não ter sido observado mudança significativa na altura do salto vertical, os participantes apresentaram melhora significativa da força nos exercícios arremesso (10%), supino reto (30%) e na resistência dos músculos extensores das coluna. Estes resultados sugerem que o treinamento com *kettlebells* apresenta uma

considerável transferência para o treinamento de peso tradicional e pode ser uma excelente ferramenta alternativa para o treinamento de força.

Utilizando como intervenção uma conhecida rotina de treinamento com *kettlebell*, inclusive já utilizada em outros estudos como o de Farrar *et al.* (14), no qual investigava o consumo de oxigênio deste protocolo, Lake e Laude (16) investigaram o efeito do treinamento, composto unicamente pelo exercício *swing*, sobre a potência e a força máxima. Os participantes deste estudo foram divididos em dois grupos, *swing* e *jump squat*. O grupo *swing* realizou treinamento intervalado de 12 minutos, sendo 30 segundos de *swings* alternado com 30 segundos de recuperação. O grupo *jump squat* realizou treinamento de saltos e funcionou como controle visto que já está demonstrado e aceito no meio científico que esta forma de treinamento melhora a potência e a força máxima (45). Para testar a força máxima foi utilizado a carga de uma repetição máxima no exercício agachamento e para o teste de potência foi utilizado a altura do salto vertical. Após seis semanas de treinamento, os dois grupos apresentaram melhoras significativas nos dois testes e não houve diferença significativa entre eles. Estes resultados, claramente, demonstram que o treinamento de *swing* com *kettlebell* produz um estímulo suficiente para melhorar tanto a força máxima quanto a força explosiva.

Ao nosso conhecimento, nenhum estudo sobre treinamento com *kettlebells* ultrapassou o período de dez semanas e a grande maioria abrange de quatro a seis semanas, o que se caracteriza como estudos de curta duração e seus resultados se restringem às adaptações neurais citadas anteriormente.

2.4 Aspectos Cardiorrespiratórios

Conforme descrito no item Aspectos Biomecânicos, o *swing* é um exercício multiarticular e que envolve uma grande quantidade de massa muscular simultaneamente. É tipicamente realizado por blocos de determinado número de repetições (5, 10, 15, 20...) ou por tempo (10, 20, 30 seg...), caracterizando assim um treinamento intervalado. A intensidade do exercício é definida pela carga do *kettlebell* utilizado, pois a execução deve ser sempre realizada com a maior velocidade possível, conseqüentemente, gerando a maior potência para esta carga.

Segundo as recomendações do *American College of Sports Medicine* (10) e do *American Heart Association* (46) , um programa de treinamento efetivo para indivíduos saudáveis deve incluir exercícios com características aeróbicas e exercícios resistidos. Os circuitos de treinamento resistido ganharam popularidade, pois conseguiria atingir as duas recomendações simultaneamente e, consequentemente, em menor tempo. O *kettlebell* é uma ferramenta utilizada como resistência externa e o exercício *swing* parece também atender às duas recomendações.

Em um trabalho de revisão sistemática, Kent (47), encontrou uma consistente associação entre o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e a melhora da capacidade aeróbica. Os benefícios cardiorrespiratórios após um treinamento de curta duração e alta intensidade foram da mesma magnitude que um treinamento de endurance, sendo que o volume foi 90% menor no primeiro caso. O HIIT se mostrou eficaz e eficiente para melhorar a aptidão aeróbica (47).

Protocolos de treinamento com *kettlebell* com o objetivo de condicionamento cardiorrespiratório são utilizados pelos treinadores e praticantes e podem ser encontrados nos manuais de certificações para instrutores e livros de autores tidos como referência no tema como Pavel Tsatsouline (13, 24), Jay Kenneth (48), Geoff Neupert, Steve Cotter (49). Entretanto, quando comparados com outros esportes como corrida, ciclismo, remo e natação, são poucos os estudos que investigaram os efeitos metabólicos do treinamento com *kettlebell*.

Farrar *et al.* (14) analisaram o consumo de oxigênio e a resposta da frequência cardíaca (FC) durante uma típica rotina de *swing* bilateral. Dez adolescentes, fisicamente ativos e sem experiência em treinamento com *kettlebell*, foram instruídos a fazer o maior número de *swings* com um *kettlebell* de 16kg durante doze minutos, podendo fazer pausas de recuperação quando necessário. O VO_2 e a FC atingiram 65% e 87%, respectivamente, do máximo valor encontrado em um teste de esforço prévio realizado na esteira ergométrica. Tendo como parâmetro as recomendações do *American College of Sports Medicine* (10), de 60 a 85% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ para que ocorra uma melhora na aptidão cardiorrespiratória, os autores concluíram que este protocolo de *swing* com *kettlebell* pode ser utilizado

com o objetivo de aumentar o $VO_{2\text{máx}}$. E alertaram que nessa atividade, a FC e o VO_2 são significativamente maiores que a média encontrada em outros protocolos de circuito com peso, sugerindo que o *swing* requer um maior desafio para o sistema cardiorrespiratório.

Husley *et al.* (50), compararam a demanda metabólica entre o *swing* e uma corrida na esteira para uma mesma percepção de esforço (RPE). 11 homens e duas mulheres completaram uma rotina de dez minutos de *swing* sendo 35 segundos de atividade e 25 segundos de intervalo. As mulheres utilizaram um *kettlebell* de oito quilos e os homens de 16 kg. Após 48 horas, os sujeitos completaram 10 minutos de corrida na esteira em uma percepção de esforço equivalente à encontrada durante a sessão de *swing*. Foram monitorados a RPE, FC, $VO_{2\text{máx}}$, a ventilação pulmonar e gasto calórico. A RPE e a FC não foram significativamente diferentes entre o *swing* e a corrida na esteira, mas o consumo de oxigênio, METS, ventilação pulmonar e gasto calórico foram significativamente maiores no grupo da corrida. Entretanto, o treinamento com *kettlebell* foi suficiente para provocar melhora da capacidade aeróbia, visto que a FC atingiu mais de 85% da máxima na maioria dos indivíduos e pode ser classificado como uma atividade física moderada de acordo com o gasto calórico encontrado de aproximadamente 10 METS. Uma possível explicação para essa diferença entre as duas atividades foi o fato de que, durante a corrida, os indivíduos aumentaram a velocidade até atingir uma percepção de esforço equivalente à sessão do *swing*, o que durou praticamente todo o tempo da sessão e caracterizou o exercício como contínuo.

Estimulados por duas limitações do estudo anterior, REP para equiparar atividades distintas e protocolos distintos para a execução dos exercícios, Thomas *et al.* (51), utilizaram o consumo de oxigênio como meio de equalizar as duas atividades. Neste estudo, os grupos *kettlebell* e esteira seguiram o mesmo protocolo em relação ao tempo de atividade e recuperação, sendo três séries de 10 minutos contínuos de atividade e intervalos de três minutos de recuperação. Os sujeitos realizaram uma primeira sessão para encontrar o $VO_{2\text{máx}}$ através de teste de esforço máximo. Durante a segunda sessão, com *kettlebell*, foi registrado, entre outras variáveis, o VO_2 , para que na terceira sessão, esteira ergométrica, a atividade fosse realizada, aproximadamente, neste mesmo nível de consumo de

oxigênio. Os autores encontraram uma resposta metabólica similar entre a atividade moderadamente intensa com *kettlebell* e uma caminhada rápida na esteira, confirmados através do VO_2 , RER e pressão arterial. Entretanto, o treinamento com *kettlebell* gerou uma maior resposta da FC e da RPE.

Outro protocolo de características cardiorrespiratórias, investigado por Schnettler *et al.* (52), consiste de 20 minutos de *snatch*. Os sujeitos deste estudo foram submetidos a uma sessão de 20 minutos de *snatches*, sendo 15 segundos de atividade e 15 segundos de recuperação. A FC média encontrada na sessão de treino com *snatches* foi de 93% da $\text{FC}_{\text{máx}}$ e o VO_2 médio foi de 78% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$. Esses valores se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pelo ACSM (10) para melhora da capacidade aeróbia e está de acordo com os critérios do AHA (46) para manutenção da saúde física ao realizar exercício vigoroso por 20 minutos. Foi ainda mensurado o consumo calórico da sessão, o qual teve uma média de 13,6 kcal/min, ou 272 calorias ao final dos 20 minutos. Sem levar em consideração o consumo energético pela via anaeróbia. Considerando o lactato encontrado pós treino de 7,8 mmol, aproximadamente, mais 132 calorias podem ser adicionadas ao gasto calórico total da sessão. Para efeito de exemplificação, os autores comparam esse consumo ao de uma corrida a 16km/h ou a uma intensa atividade de *cross-country ski*, atividade conhecida por ser uma das que exigem maior demanda energética.

2.5 Qualidade de Movimento (Estudo UM)

Tradicionalmente utilizados como orientação para a preparação física das equipes esportivas e atletas de diversas modalidades, os testes físicos pré temporada eram compostos basicamente por análises quantitativas como, por exemplo, a força máxima nos exercícios agachamento e supino, a altura do salto vertical, a velocidade máxima em uma corrida de vinte metros, maior distância em uma corrida de doze minutos, entre outros. Atualmente, estimulados pelo objetivo de tentar reduzir a incidência de lesões durante a prática esportiva, treinadores e equipe técnica incorporaram às baterias de testes pré temporada, a análise qualitativa dos movimentos na qual, a forma como o atleta executa padrões básicos de movimentos ou uma tarefa atlética passa a ter tanta importância quanto o seu

desempenho quantitativo. Dessa forma, é possível analisar e avaliar a presença de assimetrias corporais, limitações articulares e a capacidade de controle motor, identificados como possíveis fatores de risco para desenvolver lesões (53-55). Sendo assim, as avaliações ou testes pré temporada passam a possibilitar uma intervenção com característica mais preventiva para futuras lesões no esporte (56).

Para McGill *et al.* (54), um possível mecanismo para futuras lesões são as compensações que o corpo desenvolve com o objetivo de reduzir a dor, a limitação ou a assimetria presente. Segundo os mesmos autores, tais compensações podem sobrecarregar um tecido ou influenciar no tempo total que o indivíduo suportaria uma atividade mantendo um correto alinhamento corporal. A assimetria funcional pode ser entendida como a diferença na capacidade de gerar movimento ou de exercer força entre dois lados opostos. Keeley *et al.* (53) definem assimetria como a incapacidade de produzir a mesma força de contração em ambos os lados, dominante e não-dominante. A assimetria pode ter diversas determinantes: hereditária, por lesão, mecânica, fisiológica, anatômica e até mesmo, ocorrer como uma consequência natural da prática de determinado esporte, como acontece com jogadores de *baseball* e tenistas, os quais apresentam maior massa muscular e força no braço dominante. A magnitude destas assimetrias, em jogadores não lesionados, deve ser documentada para cada esporte específico, a fim de servir como referência de normalidade para outros atletas e treinadores (57). O grau de assimetria entre os membros pode também ser utilizado como parâmetro no processo de reabilitação de atletas lesionados (58). Como o principal objetivos do tratamento é recuperar os níveis de força antes da lesão, a força do membro não lesionado passa a servir como meta a ser alcançada.

Em não lesionados, a avaliação da assimetria corporal possibilita a análise para um possível risco de lesão. Visto que nas práticas esportivas, geralmente, os movimentos ocorrem de forma unilateral, quando uma única perna é utilizada para impulsionar o corpo ou absorver as intensas forças de impacto e torques que ocorrem no momento da aterrissagem, qualquer desequilíbrio muscular poderia afetar o padrão de movimento, aumentando a carga sobre o membro inferior que apresenta a musculatura mais débil (59).

O teste de dinamometria isocinética, utilizado primordialmente em ambiente clínico, permite analisar a tensão máxima da musculatura em toda sua amplitude de movimento e, devido à sua resistência variável, é capaz de manter a velocidade do movimento constante (60). Apesar do seu elevado grau de confiança, o alto custo, o tempo necessário para a realização dos testes e a logística para a utilização do aparelho, são fatores que restringem o uso do teste isocinético a uma pequena parcela das equipes esportivas. Por outro lado, estes fatores estimularam a fabricação de equipamentos portáteis e, principalmente, testes de pista capazes de gerar informações sobre o grau de assimetria dos atletas.

A assimetria de membros inferiores pode ser facilmente verificada de forma simples e prática através de protocolos de pista que analisem por exemplo, a distância do salto em diferentes direções, a altura do salto e a quantidade de repetições em determinado tempo, executados com cada perna (61). Dentre os testes de pista, são preferidos aqueles realizados unilateralmente, visto que a grande maioria das ações esportivas é realizada com movimentos unilaterais (62), além de possibilitar a comparação entre os lados e a análise da assimetria corporal, tida como um dos principais motivos de lesão crônica.

Supondo que alguns testes de pista simples e sem custo elevado seriam capazes de prever a deficiência de força entre os membros inferiores em indivíduos de idade escolar, Keeley *et al.* (53), utilizaram equações de regressão, para relacionar os resultados encontrados no aparelho isocinético com testes de salto vertical bilateral e unilateral, e testes de velocidade. Este estudo concluiu que os testes de pista são uma forma eficiente e econômica para detectar o déficit muscular precocemente em adolescentes. Os autores relembram que, em estudos prévios, o retorno prematuro à atividade após uma lesão é um fator de risco para que a lesão ocorra novamente.

Insatisfeito com a falta de padronização e normativas dos testes de pista até então apresentados para avaliar o grau de assimetria corporal, Juris *et al.* (63) são responsáveis por padronizar o teste mais aceito e utilizado atualmente como indicativo de possível lesão. Outra inquietação que se tornou objetivo do estudo foi o interesse em distinguir entre produção e absorção de forças. O teste *hop and stop*

abrange duas avaliações: *maximal hop for distance* e *maximal controlled leap*. *Hop*, é o ato de projetar o corpo de forma que o impulso e a aterrissagem aconteçam com a mesma perna. E *leap*, é a projeção do corpo de uma perna para a outra. No primeiro, o indivíduo é estimulado a alcançar a maior distância horizontal enquanto que no segundo salto, o sujeito deve permanecer com o pé de aterrissagem completamente no solo por no mínimo um segundo. Enquanto um teste avalia a capacidade de gerar força, o outro testa a força de absorção.

Outros testes de pista utilizados tanto para verificar a habilidade do atleta em retornar à sua prática esportiva após uma lesão, quanto para prever um possível risco de desenvolver lesão são: o *single hop for distance* (64), no qual o indivíduo deve executar um salto unilateral para atingir a maior distância horizontal; o *triple hop for distance* e o *crossover hop for distance*, ambos com o objetivo de atingir a maior distância horizontal sendo que no primeiro, devem ocorrer três saltos lineares e no último, os três saltos devem ocorrer em movimento de “zig-zag” por sobre uma linha de 15cm (65); e o *timed 6-m hop*, onde o objetivo é completar a distância de seis metros no menor tempo utilizando-se apenas do salto unilateral com a mesma perna (66).

Uma forma de quantificar o nível de assimetria é através da média do índice de simetria, *average symmetry index* (ASI), o qual representa a diferença percentual entre os membros dominante (MD) e não dominante (MND) ou lesionado e não lesionado, e é calculado através da equação: $ASI = [1 - MD/MND] \times 100$ (57, 58). Entretanto, após uma revisão sistemática com o intuito de identificar as medidas mais utilizadas na prática clínica para avaliar a quantidade e a qualidade do movimento, Melick *et al.* (67) encontraram que o *Limb Symmetry Index* (LSI) é o meio mais utilizado para comparar a assimetria entre os membros, e representa a relação percentual entre a distância ou o tempo final do teste realizado pelo membro envolvido (E) e o membro não envolvido (NE) ou seja, $LSI = E / NE \times 100$ (64, 66, 68) .

Quanto maior o grau de assimetria entre os membros, maior é o potencial de lesão. No caso de avaliação através do ASI, um percentual de 10 a 15% é aceito como limiar para maior atenção ao risco (69). Não significa que uma pessoa que

apresente uma diferença menor que 10% não esteja livre de desenvolver alguma lesão e nem que uma diferença maior que 15% seja automaticamente certo de desenvolver lesão. Para avaliações utilizando-se do LSI, conforme o estudo de revisão citado no parágrafo anterior, os autores recomendam elevar o valor mínimo de referência de 85% para 90%, tanto para os casos de reabilitação quanto para os casos de preparação física.

Kiesel *et al.* (70), analisando as ocorrências de lesões em um time de futebol durante uma temporada, encontraram que os atletas que se lesionaram foram aqueles que apresentaram maior disfunção nos padrões de movimentos fundamentais. E concluíram que a avaliação da qualidade dos movimentos pode ser utilizado como indicador para o risco de lesão. Em um estudo semelhante, Chorba *et al.* (71), realizado com atletas femininas de diferentes modalidades (futebol, voleibol e basquetebol), quase 70% daquelas que não atingiram uma pontuação mínima na avaliação dos padrões fundamentais de movimentos, se lesionaram. Concluíram assim que estratégias compensatórias de movimentos, ineficientes e com uma biomecânica inadequada, podem aumentar o risco de lesão.

Apesar dos resultados encontrados nos estudos acima citados, os testes de força e velocidade continuam prevalecendo na fase pré temporada das equipes esportivas. Mas, acreditando que a assimetria de movimento e a deficiência no controle neuromotor estão ligadas a futuras lesões, o estudo da avaliação do movimento se desenvolveu e vem sendo utilizada cada vez mais como principal meio de prevenir lesão. A cada dia aumenta o número de adeptos à atividade física com o objetivo de se tornarem mais fortes ou mais saudáveis e a maioria destes indivíduos ingressam em programas de exercício físico intensos para melhorar a flexibilidade, a força, a resistência, a potência, mas são ineficientes em seus movimentos fundamentais, e acabam criando padrões de movimentos não naturais e com compensações. Os atletas, geralmente, sacrificam a qualidade do movimento para manter a quantidade de movimento. Este é o meio que contribui para o possível desenvolvimento de lesões crônicas. Dessa forma, cresce também o número de lesões entre os praticantes de atividade física em clubes e academias.

Em alguns indivíduos, mesmo durante níveis elementares de movimentos, ocorrem limitações significantes e/ou diferenças entre os hemi-corpos esquerdo e direito. Ambos os casos dificultam o aprendizado motor e a mecânica apropriado do movimento, tornando o corpo menos eficiente, mais susceptível a compensações e ao surgimento de prováveis lesões (72). Antes de iniciar um programa de treinamento de força ou condicionamento físico, é primordial e sensato que o corpo esteja livre de qualquer limitação ou assimetrias funcionais. Nessa linha de pensamento, poderia ser desenhado uma sequência lógica onde, primeiramente, é necessário uma avaliação da capacidade de movimentos para detectar tais limitações e assimetrias; corrigi-las ou, ao menos, minimiza-las, através de exercícios corretivos; e por último ingressar em um programa de treinamento físico com menor risco de compensações.

Ao longo dos últimos anos, tanto os profissionais de fisioterapia quanto os treinadores vêm aderindo a uma intervenção mais integrada e funcional, deixando de avaliar uma região isoladamente ou, de treinar os músculos de forma isolada. Estes profissionais passaram a incorporar em seus protocolos de tratamento e treinamento, princípios como propriocepção, facilitação neuromuscular proprioceptiva, sinergia muscular, aprendizado motor, progressões pedagógicas (73). Entretanto, apesar deste apelo funcional por parte dos profissionais envolvidos com atividade física, em um típico exame pré participação, após a estratificação de risco coronariano (74) e avaliação médica, os atletas continuam sendo submetidos unicamente aos testes de desempenho como abdominais, flexão de braços, corrida de resistência, corridas de tiros curtos e testes de agilidade.

Da mesma forma que os parâmetros médicos necessários para participar em um programa de treinamento físico estão claramente definidos (74), os profissionais que trabalham com movimento devem determinar quais são os padrões de movimento considerados básicos ou mínimos, e se os indivíduos que não atinjam este limite estarão aptos a iniciar a atividade física (55, 72). Uma avaliação funcional do movimento que classifique e diferencie entre indivíduos que possuam um menor risco de se lesionarem e já estejam aptos a ingressar em um programa de atividade física, e indivíduos que necessitem de um acompanhamento mais aprofundado para recuperar os níveis mínimos de padrão de movimento, se

enquadraria no exame pré participação, antes dos testes de desempenho. Sendo assim, reconhecendo que a assimetria funcional, a qualidade de movimento e o comprometimento do controle motor estão diretamente ligados a futuras lesões (54, 70, 71), foram desenvolvidos protocolos de avaliação do movimento (55, 75)

O *Funcional Movement Screen* (FMS) é uma ferramenta de avaliação qualitativa dos padrões fundamentais de movimento humano. Consiste de sete movimentos fundamentais que necessitam de mobilidade, estabilidade e controle motor. Cada movimento recebe uma dentre três análises: executado com perfeição, executado com compensações e não executado. Dessa forma, possibilita uma prescrição individualizada e funcional de acordo com as limitações de movimento ou assimetrias encontradas em cada aluno ou atleta. Com a avaliação funcional do movimento, a prescrição do treinamento ganhou uma abordagem mais preventiva visto que, uma vez encontrado uma deficiência, exercícios corretivos são propostos para recuperar a mecânica do movimento.

Não foram encontrados dados científicos em relação ao número de usuários desta ferramenta mas acredita-se que os principais grandes centros de treinamento físico e esportivo utilizam-se do FMS como parte da sua anamnese inicial. Há algum tempo o FMS é rotina entre os clubes de futebol europeus, entre os times da liga americana de basquetebol (NBA) e de futebol americano (NFL), e entre os maiores centros de treinamento físico como *Result Fitness*, *Body by Boyle* e *Cressey Performance*. No Brasil, neste ano de 2015, a Federação Brasileira de Futebol recomenda que todos os clubes de futebol apliquem o FMS nos testes pré temporada. Entre as academias, é utilizada em praticamente todos os estúdios de treinamento funcional mas ainda não é uma rotina em academias convencionais de grande porte.

Jade e Street (76) avaliaram o nível de confiabilidade entre avaliadores com o FMS. 20 fisioterapeutas nível dois e nível três, sem experiência anterior com a ferramenta, avaliaram 5 atletas voluntários. O nível de confiança entre avaliadores foi alto, apresentando um coeficiente de correlação intercalasse (ICC) de 0,906 e não houve diferença significativa entre o nível de instrução dos avaliadores. O

estudo concluiu que o FMS é uma ferramenta de avaliação confiável para ser utilizada mesmo por avaliadores não treinados.

Por outro lado, Shultz *et al.* (77) sugerem que o grau de confiabilidade entre avaliadores aumenta se eles forem treinados. O objetivo principal do estudo destes autores foi analisar a confiabilidade do teste-reteste. Foram recrutados 39 indivíduos, os quais foram avaliados duas vezes por seis avaliadores. Os autores encontraram uma boa ($ICC=0,6$) confiabilidade para o reteste e um excelente ($ICC=0,92$) grau de confiabilidade entre uma sessão de avaliação por vídeo ou ao vivo, visto que cada uma das sessões ocorreu de uma forma.

Após uma revisão de literatura, Moran *et al.* (78), concluíram que a utilização do FMS como um teste de qualidade de movimento pode ser considerado confiável e reproduzível. E que a forma de avaliação “ao vivo”, em que o avaliador e avaliado estão presentes no momento da avaliação, é preferível em comparação à avaliação por vídeo, onde o avaliador assiste um vídeo do avaliado em outro momento.

Outra forma de investigação utilizando-se do FMS foi a análise de como uma temporada de competição em determinado esporte poderia influenciar na nota da avaliação funcional do movimento. Com o objetivo de entender a influência de uma temporada competitiva de prática esportiva sobre a habilidade de desempenhar padrões fundamentais de movimento, alguns autores aplicaram o FMS antes e após o período de competições. Sprague *et al.* (79), aplicaram o FMS em 57 jogadores de voleibol e futebol, antes e após a temporada. Não encontraram diferença significativa no resultado final do FMS mas, ao analisar os exercícios de forma individual, perceberam melhora significativa em dois exercícios, o *deep squat* e o *in line lunge*, e decréscimo no resultado de outros dois, o *active straight leg raise* e o *rotary stability*. Outro achado importante foi a redução no número de assimetrias e na quantidade de atletas que não conseguiram, ao menos, realizar o exercício. O conhecimento destes resultados são úteis para orientar os treinadores na prescrição do treinamento ou de exercícios corretivos para os atletas durante o período de competitivo.

Na mesma linha de interesse, se faz necessário analisar e comparar as possíveis modificações na qualidade de movimento, assimetria funcional,

mobilidade, estabilidade e controle motor após um período de treinamento com *kettlebells* sendo realizado de forma unilateral ou bilateral, as duas formas mais comuns de utilização desta ferramenta.

2.6 Interdependência volume intensidade (Estudo DOIS)

Derivado do princípio da sobrecarga, a interdependência volume-intensidade é também um dos princípios do treinamento físico. Segundo o princípio da sobrecarga, é necessário que um músculo seja sobrecarregado para que aumente a sua força. Um famoso exemplo deste princípio pôde ser observado através do lutador olímpico Milo de Crotona (500 a.c.), o qual carregava diariamente um novilho até que o animal atingisse a fase adulta. Quanto ao princípio da interdependência volume-intensidade, como o próprio nome sugere, deve ser respeitada a relação entre estas duas variáveis do treinamento. Esta relação se modifica de acordo com a fase do treinamento que o atleta se encontra. De forma geral, o aumento do estímulo em uma dessas variáveis é acompanhado pela diminuição da outra. Utilizando a produção de força como exemplo, quanto menor a carga, mais vezes será possível deslocá-la e quanto maior a carga, como na tentativa de encontrar a força máxima, apenas uma repetição será possível.

Em pesquisas farmacêuticas, é comum a investigação da relação dose-resposta entre a quantidade da substância utilizada e o seu efeito sobre determinada patologia. A identificação desta relação facilita a prescrição do medicamento de forma apropriada e em doses efetivas.

Na área do treinamento físico, a relação entre o exercício (dose) e a adaptação que ocorre a nível de saúde ou desempenho (resposta), é objetivo de diversas pesquisas científicas, mas ainda não existe um consenso sobre a quantificação desta relação. No treinamento de força, por exemplo, esta relação dose-resposta seria fundamental para a devida prescrição das doses do treinamento. Se a prescrição for excessiva, pode ocorrer lesão por *stress*, enquanto que, se a prescrição for insuficiente, o objetivo desejado não será atingido.

Uma vez conhecida a razão entre o esforço, quantidade ou intensidade, e o benefício (ganhos em força), os profissionais da saúde terão parâmetros confiáveis

para orientar seus clientes em busca dos resultados esperados, da maneira mais efetiva e eficiente.

A relação entre as variáveis do treinamento, volume, intensidade e frequência são controversas entre as pesquisas científicas. Diversos estudos já investigaram o efeito do treinamento após um período de intervenção mas, resultados sobre um ou dois programas de treinamento, analisados individualmente, representam uma mínima contribuição para que se alcance uma conclusão final sobre a relação dose-resposta.

Nesta linha de investigação, o clássico estudo de Berger (80) é a principal referência para os estudos mais recentes. Este autor analisou a resposta da força muscular após doze semanas de treinamento com diferentes combinações no número de séries e repetições em 177 estudantes. Os indivíduos foram divididos aleatoriamente em nove grupos abrangendo todas as combinações entre uma, duas ou três séries e duas, seis ou dez repetições. Este estudo demonstrou que diferentes volumes e intensidades de treinamento geram diferentes magnitudes no ganho de força e sugere que um treinamento com múltiplas séries é significativamente melhor quando comparado a uma única série de treinamento visto que o maior resultado no teste de 1RM foi demonstrado pelo grupo que realizou três séries e seis repetições.

Bottaro *et al.* (81) compararam o efeito do volume de treinamento sobre a força dos grupos musculares envolvidos nos exercícios de flexão do cotovelo e extensão do joelho. Os voluntários foram divididos em dois grupos. Um grupo realizava uma única série no exercício de flexão de cotovelo e três séries no exercício de extensão de joelho, e o outro grupo realizou o inverso dos volumes por exercício. Após doze semanas, com frequência de duas sessões por semana, não foi encontrado diferença significativa entre uma ou três séries para o exercício de membros superiores enquanto que para os membros inferiores, o aumento da força foi maior quando realizado em três séries.

Por outro lado, outros estudos demonstraram que uma única série provoca praticamente os mesmos benefícios na força muscular quando comparado com múltiplas séries. Em um estudo bem controlado e randomizado com voluntários não

treinados, Starkey *et al.* (82) compararam a força muscular de membros inferiores nos exercícios de extensão e flexão dos joelhos, e a hipertrofia muscular após 14 semanas de treinamento, entre dois grupos, os quais realizavam uma e três séries por exercício. Ambos os grupos apresentaram aumento significativo tanto na hipertrofia quanto na força muscular e não houve diferença significativa entre eles. Em estudo similar, entretanto com uma amostra experiente em treinamento de força, Hass *et al.* (83) encontraram resultados também similares para os dois grupos.

Ao revisar o estudo de Berger (80), Carpinelli (84) aponta possíveis incongruências nos resultados, critica o controle metodológico da pesquisa e alerta a comunidade científica sobre a teoria de múltiplas séries para efeitos sobre a força e hipertrofia muscular, disseminada por Berger e aceita há décadas, ser inconsistente diante da não reprodutibilidade de sua pesquisa e de diversas outras investigações que não encontraram diferença estatística entre múltiplas séries ou uma única série.

Em comunicação especial, o ACSM (2011) afirma que a maioria dos indivíduos respondem favoravelmente para hipertrofia e força ao realizar de duas a quatro séries de exercício resistido por grupo muscular, mas até mesmo uma única série pode aumentar de forma significativa o tamanho e a força muscular, particularmente em novatos. E mantém seu posicionamento anterior (ACSM, 2009), sugerindo que, à medida que o indivíduo se torna mais experiente em treinamento de força, é necessário um incremento no volume e/ou intensidade do treinamento para que continue ocorrendo stress do sistema neuromuscular (modelo de progressão). Entretanto, não é quantificada a relação entre o aumento da força e as variáveis volume, intensidade e frequência do treinamento.

Diante da diversidade de publicações relacionando programa de treinamento e força muscular, somado às divergências dos resultados apresentados, o procedimento de meta-análise é a forma mais adequada para entender o efeito do treinamento, baseado nos estudos desenvolvidos até o momento.

Com o objetivo de encontrar uma relação quantitativa da dose-resposta em indivíduos treinados e destreinados, Rhea *et al.* (85) realizaram uma meta análise

com 140 estudos e 1433 medidas do tamanho do efeito. O tamanho do efeito foi analisado de acordo com a intensidade do treinamento (definida como o percentual de uma repetição máxima), frequência do treinamento (dias por semana para cada grupo muscular), e volume do treinamento (número de séries executadas por grupo muscular). O tamanho do efeito foi similar entre homens e mulheres e entre as faixas etárias. Entretanto, a curva dose-resposta foi significativamente diferente para indivíduos treinados e destreinados. A combinação da intensidade a 60% de 1RM, frequência de três vezes por semana e um volume de quatro séries por grupo muscular ocasionou a melhor resposta da força para os indivíduos destreinados. Para os indivíduos treinados, a maior resposta da força foi alcançada com o treinamento a 80% de 1RM, duas sessões por semana e quatro séries por grupo muscular. Os resultados deste estudo corroboram com a teoria do modelo de progressão do ACSM e é de grande relevância para a comunidade científica visto que apresenta dados que podem ser diretamente utilizados na prescrição de exercícios para a população de treinados e destreinados.

Expandindo os achados do estudo anterior para a população de atletas, Peterson *et al.* (86) realizaram uma meta-análise com o objetivo de identificar a relação dose-resposta entre a intensidade, frequência e volume do treinamento, e o aumento da força em diversos protocolos utilizados com esta finalidade. Os maiores resultados em força foram verificados entre atletas que treinavam a uma intensidade média de 85% de 1RM, duas vezes por semana e um volume de oito séries por grupo muscular. Treinamentos com baixo volume (de um a três séries por grupo muscular) e baixa intensidade (50 a 70% de 1RM) apresentaram ganho mínimo nesta população. O tamanho do efeito não mostrou diferença entre a frequência de duas ou três vezes por semana. Assim como no estudo de Rhea *et al.* (85), não foi observado diferença no tamanho do efeito entre homens e mulheres. Neste estudo, foi também analisado o tamanho do efeito em três situações utilizadas pelos participantes: uso de creatina, programa de treinamento periodizado e protocolo de treinamento que envolvia treino até a falha muscular. Em todos os casos, apesar da resposta da força ter sido significativamente maior, os efeitos da intensidade, frequência e volume de treinamento permaneceram similares à situação sem estes três fatores.

Todos os estudos citados anteriormente em relação ao efeito do treinamento utilizaram em seus protocolos, exercícios convencionais, divididos por grupo muscular e com característica de execução controlada entre a fase concêntrica e excêntrica. Neste sentido, seus resultados não devem ser extrapolados para os exercícios com *kettlebell*, os quais possuem uma característica de execução balística e envolve grandes grupos musculares simultaneamente.

A pequena quantidade de estudos científicos sobre os efeitos do treinamento com *kettlebell* não justifica a realização de uma meta-análise sobre a relação dose-resposta entretanto, para que seja estabelecido um melhor grau de confiança na prescrição do treinamento com esta ferramenta, é fundamental que ocorram estudos comparando diferentes combinações entre as variáveis de treinamento (volume, intensidade, frequência) e entre protocolos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Quantificar o efeito do treinamento físico com *kettlebell* sobre a força muscular, a capacidade cardiorrespiratória e a qualidade de movimento.

3.2 Objetivos Específicos

Comparar o efeito do treinamento físico com *kettlebell*, realizado de forma unilateral e bilateral, sobre a qualidade de movimento, força muscular e capacidade cardiorrespiratória. (Estudo UM).

Comparar o efeito do volume e da intensidade do treinamento físico com *kettlebell* sobre a força muscular, capacidade cardiorrespiratória e qualidade de movimento. (Estudo DOIS).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para facilitar a compreensão do leitor, este item abrange os dois estudos e foram utilizados os subtítulos “Estudo UM” e “Estudo DOIS” ao apresentar as características individuais de cada um.

4.1 Participantes

Todos os participantes são alunos ou funcionários do campus universitário de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Para recrutar voluntários, foram afixados cartazes informativos sobre o estudo nos murais e locais apropriados dos departamentos, colegiados e dependências da Universidade. O cartaz em formato digital foi também enviado por e-mail para todo o corpo docente, discente e funcionários da UFS. Nestes meios de divulgação constavam o período, os dias, horários e local de treinamento, assim como o local e o prazo limite para inscrição. O período de divulgação foi de 30 dias e as inscrições foram realizadas no Departamento de Educação Física, na sala do UFS em Movimento.

No ato da inscrição, os voluntários preencheram uma anamnese, incluindo o questionário PAR-Q (Apêndice 1). Foram incluídos homens com idade entre 18 e 40 anos e excluídos os indivíduos que responderam “sim” a pelo menos umas das perguntas de um a sete, que estivessem envolvido em treinamento de força ou que não pudessem cumprir os dias e horários de treinamento. Finalizado o período de inscrições, todos os voluntários receberam esclarecimentos quanto às rotinas de treinamento, horários de treino, manutenção dos hábitos e possíveis riscos relacionados ao treinamento. Ao final, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (Apêndice 2).

Estudo UM

Concluíram o estudo, vinte e um homens, sendo a média de idade $26,7 \pm 7,7$ anos, massa corporal $79,8 \pm 13,4$ kg e estatura $176 \pm 4,7$ cm. Todos eram fisicamente ativos com pouca ou nenhuma experiência em treinamento com *kettlebells*. Os indivíduos foram aleatoriamente divididos em dois grupos, unilateral (UNI) e bilateral (BI), e suas características estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características básicas dos participantes do estudo UM.

	Unilateral	Bilateral	Diferença (%)
N	12	9	25
Idade (anos)	24,8 ± 7,35	29,3 ± 7,7	15,4
Massa Corporal (kg)	80,8 ± 15,2	78,3 ± 11,3	3,1
Estatuta (cm)	176 ± 4,8	174 ± 4,5	1,1
Gordura Corporal (%) ^a	24,2 ± 12,4	24,3 ± 12,6	0,4
VO ₂ máx (ml.kg.min ⁻¹) ^b	42,3 ± 3,48	41,4 ± 3,51	2,1

a - Equação de quatro dobras Petroski (1995). b - Estimado através do teste YoYo IR Level I

Estudo DOIS

Todos os sujeitos deste estudo eram fisicamente ativos e experientes em treinamento com *kettlebell*. Participaram do estudo UM ou já utilizavam o *kettlebell* em sua rotina de treinamento e apresentaram técnica adequada durante o período de testes. Concluíram este experimento, vinte e sete homens. A média de idade foi 25+7,4 anos, massa corporal 75,8+13,4kg e estatura 175+7,4cm. Os indivíduos foram aleatoriamente divididos em dois grupos, maior volume e menor intensidade (V↑I↓) e menor volume e maior intensidade (V↓I↑) e suas características estão descritas na tabela 2.

Tabela 2. Características básicas dos participantes do estudo DOIS.

Grupos	Volume↓Intensidade↑	Volume↑Intensidade↓	Diferença (%)
N	13	14	7,1
Idade (anos)	24,7 ± 8	25,4 ± 7,1	2,8
Massa Corporal (kg)	77,6 ± 15,6	74,1 ± 11,3	4,5
Estatuta (cm)	176 ± 8,4	174 ± 6,4	1,1
Gordura Corporal (%) ^a	20,4 ± 11,9	21,3 ± 8,1	4,2
VO ₂ máx (ml.kg.min ⁻¹) ^b	43 ± 4,12	41,5 ± 2,92	3,5

a - Equação de quatro dobras Petroski (1995). b - Estimado através do teste YoYo IR Level I

4.2 Procedimentos

Os procedimentos foram aprovados pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CNEP), número 38890314.4.0000.5546 (Apêndice 3) e todos os voluntários assinaram termo de consentimento antes de iniciar o treinamento.

Esta dissertação consta de dois estudos que compreendem um total de 18 semanas. A primeira semana foi utilizada para a realização dos pré testes, os quais foram concluídos após três encontros, sendo os dois primeiros em dias consecutivos e o terceiro com um intervalo de 48 horas após o segundo dia de testes. O estudo UM teve duração de cinco semanas e frequência de três sessões por semana, totalizando 15 sessões de treinamento. Os pós testes do estudo UM seguiram o mesmo formato dos pré testes. Antes de iniciar os pré testes do estudo DOIS, foi respeitado um período de quatro semanas, chamado de "branqueio" (*wash out*), para eliminar os possíveis efeitos de um estudo sobre o outro, já que alguns indivíduos participaram do estudo anterior. A duração, frequência e total de sessões do estudo DOIS foram os mesmos do primeiro estudo, assim como as rotinas e os testes realizados antes e após o período de intervenção. Para melhor visualização é apresentado um delineamento de todo o período mencionado acima (Figura 7).

Estudo UM			Wash Out	Estudo DOIS		
Pré Testes	Intervenção	Pós Testes		Pré Testes	Intervenção	Pós Testes
1	2 3 4 5 6	7	8 9 10 11	12	13 14 15 16 17	18
S E M A N A S						

Figura 7. Diagrama do período total de intervenção.

Em ambos os estudos foi recomendado que todos os indivíduos mantivessem a mesma dieta e a mesma rotina de atividade física com exceção para qualquer treinamento de força. Aqueles que estavam envolvidos em alguma atividade esportiva como natação, voleibol ou futebol, poderiam continuar com a prática do seu esporte normalmente.

Os testes realizados antes e após cada estudo foram assim organizados: no primeiro encontro foram realizadas a avaliação antropométrica e a avaliação funcional do movimento utilizando-se da ferramenta *Functional Movement Screen*

(FMS); no segundo dia foram realizados os testes de repetição máxima nos exercícios de agachamento com *kettlebell* (*goblet squat*) e barra fixa; no terceiro dia, 48 horas após os últimos testes, aconteceram os testes de força máxima nos exercícios de supino e *leg press*.

Ao final de cada um dos três dias de pré testes, foi realizada uma sessão para que os indivíduos fossem habituados aos procedimentos do exercício. A técnica do *swing* foi ensinada conforme Tsatsouline (13) e como processo de progressão pedagógica para ensinar o *swing*, foram utilizados os exercícios: *hip hinge*, *power breathing*, *plank*, *kettlebell deadlift*, *hike pass* e *dead swing*. Após ser atingido uma segura execução do movimento, foram utilizadas expressões verbais como “estende joelhos”, “contraí glúteos”, “ombros acoplados”, “respiração forçada”, “abdômen tenso” com o intuito de aprimorar a técnica. Ao final da terceira sessão de habituação, todos os indivíduos estavam realizando o exercício *swing* com técnica segura e adequada. Tanto as sessões de habituação quanto as sessões de treinamento foram ministradas por um professor de Educação Física certificado em treinamento com *kettlebell*.

4.2.1 Antropometria

Foram mensurados a massa corporal e a estatura utilizando balança e estadiômetro digital (Wiso, W-721, São José, SC). As dobras cutâneas subescapular, tricipital, supra ilíaca e perna foram mensuradas por meio de adipômetro científico (Sanny, científico, São Paulo, SP) e foram utilizadas para calcular o percentual de gordura corporal através do protocolo de Petroski (87). A antropometria seguiu as normas e procedimento da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*, ISAK.

4.2.2 Avaliação Funcional do Movimento

A qualidade do movimento foi analisada através do *Functional Movement Screen* (FMS). Utilizando-se de equipamento regulamentado pelo *Functional Movement System* (plataforma, bastão e barreira), foram realizados, individualmente, sete movimentos padrões, conforme descrito por Cook *et al.* (55, 75). *Deep Squat*: segurando um bastão sobre a cabeça, braços afastados e

cotovelos estendidos, o indivíduo deve agachar o mais profundo que conseguir, mantendo os calcanhares no solo. *Hurdle Step*: com um bastão sobre os ombros e pés juntos, o indivíduo deve dar um passo sobre uma barreira logo à sua frente e à altura da tuberosidade da tíbia. *In Line Lunge*: com os pés alinhados sobre a plataforma e bastão em contato com a cabeça, torácica e quadril, a pessoa deve realizar o exercício "a fundo". *Shoulder Mobility*: a pessoa tenta tocar uma mão na outra atrás das costas fazendo rotação interna e rotação externa de ombros. *Active Straight Leg Raise*: deitado em decúbito dorsal, o indivíduo deve levantar uma das pernas o mais alto possível enquanto mantém a outra em contato com o solo. *Trunk Stability Push Up*: a pessoa deve realizar uma flexão de braços com as mãos na largura dos ombros. *Rotary Stability*: a partir da posição de quarto apoios, o indivíduo deve tocar joelho e cotovelo abaixo do tronco e elevar braço e perna antes de retornar à posição inicial. De acordo com a qualidade de execução de cada movimento, é atribuída uma nota: 3 para uma execução perfeita; 2 caso ocorram compensações e 1 se o indivíduo não conseguir realizar o movimento. Caso o avaliado relate dor em qualquer dos exercícios, a avaliação recebia nota 0. Nos exercícios unilaterais, os dois lados são avaliados e a menor nota é contabilizada para o resultado final. A nota final do FMS é a soma das notas nos sete exercícios. Ao final do teste é possível concluir se o maior limitante do movimento é a mobilidade, a estabilidade ou o padrão motor do indivíduo.

4.2.3 Teste de Força Muscular

O efeito do treinamento sobre a força muscular foi analisado sobre duas perspectivas: a força máxima de uma repetição em dois exercícios multiarticulares e de cadeia cinética aberta (*leg press* e supino); e a capacidade de repetição máxima em dois exercícios funcionais e de cadeia cinética fechada (*barra fixa* e *goblet squat*).

4.2.3.1 Teste de Força Dinâmica Máxima

Os indivíduos realizaram como aquecimento uma série de cinco a dez repetições com uma carga aproximada de 40 a 60% da máxima (para ajudar na definição da carga o avaliado informou ao avaliador a carga frequentemente utilizada para executar dez repetições) e, após um minuto de intervalo, outra série,

de três a cinco repetições com carga percebida de aproximadamente 60 a 80% da máxima (para ajudar na definição da carga o avaliado informou ao avaliador a carga frequentemente utilizada para executar cinco repetições). Dois minutos após o aquecimento foi realizada a primeira tentativa de encontrar a carga para uma única repetição. A carga era aumentada ou diminuída caso o indivíduo conseguisse ou não, executar a repetição. Foram permitidas no máximo quatro tentativas, sendo respeitado um intervalo de 5 minutos entre cada uma e caso o movimento não consiga ser completado, a carga anterior foi considerada como máxima (88, 89).

Para a avaliação da força máxima de membros superiores foi utilizado o exercício supino em banco apropriado (Sportin, Sportin, São Paulo, Brasil), barra de 1,80m e anilhas com pesos de 1, 2, 5, 10, 15, 20 e 25kg (Physicus, Tradicional, Auriflama, Brasil). Partindo da posição em decúbito dorsal, com joelhos flexionados e pés no solo, dois ajudantes (professores de Educação Física com experiência em treinamento de força), ajudavam na retirada e posicionamento da barra nas mãos do indivíduo e cotovelos em extensão. A distância entre as mãos foi medida previamente de forma que os cotovelos formem um ângulo de 90 graus quando os braços estiverem paralelos ao solo. Foi orientado que a fase excêntrica do movimento deve ocorrer em 2 segundos aproximadamente e até que a barra toque levemente a altura meso-esternal. A repetição foi considerada válida quando o sujeito completou a fase concêntrica do movimento, sem assistência, e os cotovelos retornando à posição de extensão.

O exercício *leg press* foi utilizado para a avaliação da força máxima de membros inferiores. O equipamento para execução do exercício, também conhecido como *leg press* 45 graus (Physicus, Tradicional, Auriflama, Brasil) tem o banco fixo e a plataforma de apoio dos pés é o ponto de movimento, exercício de cadeia aberta. A carga foi ajustada utilizando anilhas com pesos variando de 5, 10, 15, 20 e 25 kg (Physicus, Tradicional, Auriflama, Brasil). Após sentar no equipamento, dois ajudantes (professores de Educação Física com experiência em treinamento de força), auxiliavam para que o indivíduo atingisse a posição inicial com os joelhos estendidos. Foi orientado que a fase excêntrica deveria ocorrer em aproximadamente dois segundos e até que os joelhos flexionassem a 90 graus. A

repetição foi considerada válida quando o sujeito completou a fase concêntrica do movimento, sem assistência, e os joelhos retornando à posição de extensão.

4.2.3.2 Teste de Resistência de Força

Goblet Squat - O indivíduo deve segurar um *kettlebell* pela alça em frente ao corpo e agachar, mantendo a coluna neutra (preservando suas curvaturas anatômicas) durante todo o movimento, até que o quadril alcance a mesma altura dos joelhos e retornar à posição inicial para então iniciar a repetição seguinte (Figura 8). O teste era interrompido por exaustão do indivíduo ou por intervenção do avaliador ao perceber que o avaliado não conseguia manter a coluna em posição neutra ou não agachava até a altura dos joelhos.



Figura 8. Exercício Agachamento *Goblet*.
Fonte: Google Images.

Barra Fixa - Após se apoiar na barra fixa com mãos em posição pronada, cotovelos completamente estendidos e os pés sem tocar o solo, o indivíduo tentava elevar-se, até tocar a clavícula na barra e retornar à posição inicial para então começar a repetição seguinte (Figura 9). Em momento algum poderia ocorrer movimento pendular.



Figura 9. Exercício Barra Fixa. Fonte: Google *Images*.

4.2.4 Teste Intermitente de Resistência Cardiorrespiratória

A capacidade cardiorrespiratória foi estimada através da distância total percorrida no teste YoYo IR *Level 1* (90). A figura 10 apresenta o lay out com as distâncias a serem percorridas e de intervalo de recuperação. Este teste consiste de corridas de 40 metros (ida e volta em uma distância de 20 metros) e intervalos ativos de dez segundos (caminha de ida e volta de cinco metros distante do ponto de largada) até a exaustão. Um estímulo auditivo determina cada momento que o avaliado deve respeitar e coincidir: largada, 20 metros, chegada (40 metros) e próxima largada (dez segundos). A velocidade de cada corrida de 40 metros é aumentada progressivamente e assim se caracteriza cada fase do teste.

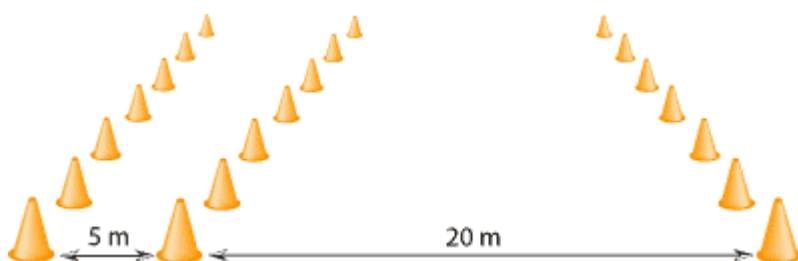


Figura 10. Lay Out do teste YoYo *Level I*. Fonte: Google *Images*.

4.2.5 Treinamento

Estudo UM

Os dois grupos deste estudo seguiram o mesmo protocolo de treinamento com a única diferença sendo a forma de execução do *swing* (bilateral ou unilateral) e a carga. Baseado nas experiências anteriores do nosso grupo e na literatura de caráter prático disponível (13), foi utilizado o peso inicial de 12kg para o grupo UNI e 20kg para o grupo BI. As sessões tiveram duração de 20 minutos e o número de repetições variavam a cada sessão de acordo com a tabela 3.

As séries foram realizadas dentro de cada minuto e o período de recuperação foi o tempo restante para completar o minuto. Na sétima sessão, todos os participantes foram estimulados a aumentar a carga, passando a utilizar o *kettlebell* de 16kg e 24kg para os grupos UNI e BI, respectivamente, caso o professor certificado estivesse de acordo, baseado na qualidade de execução do movimento.

Tabela 3. Número de repetições por sessão de treino no procedimento de intervenção do estudo UM.

	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4			Semana 5		
Sessão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Reps / minuto	7	8	9	10	11	12	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Estudo DOIS

Neste estudo, além do exercício *swing*, foram introduzidos outros dois exercícios com característica balística, o *clean* e o *snatch*. O grupo Volume utilizou o *kettlebell* de 16kg para os exercícios *swing* e *clean*, e 12kg para o *snatch*. O grupo Intensidade realizou o *swing* e o *clean* com *kettlebell* de 20kg e o *snatch* com 16kg. O grupo Volume realizava séries com maior número de repetições que o grupo Intensidade mas em todas as sessões a carga total (série x repetições x carga) foi

mantida o mais próximo possível entre os grupos, como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4. Carga total de trabalho por sessão de treinamento no procedimento de intervenção do estudo DOIS.

Sessão	Exercício	VOLUME				INTENSIDADE			
		Série	Rep	KB	Carga	Série	Rep	KB	Carga
1	<i>swing/clean</i>	15	8	16	1920	24	4	20	1920
2	<i>swing/clean</i>	15	10	16	2400	20	6	20	2400
3	<i>swing/clean</i>	15	10	16	2400	20	6	20	2400
4	<i>swing/clean</i>	16	12	16	3072	26	6	20	3120
5	<i>swing/clean</i>	16	12	16	3072	26	6	20	3120
6	<i>swing/clean</i>	18	14	16	4032	25	8	20	4000
7	<i>swing/clean</i>	20	16	16	5120	32	8	20	5120
8	<i>swing/clean</i>	22	18	16	6336	32	10	20	6400
9	<i>swing/clean</i>	24	20	16	7680	38	10	20	7600
10	<i>snatch</i>	10	6	12	720	11	4	16	704
	<i>high pull</i>	10	6	12	720	11	4	16	704
11	<i>snatch</i>	10	8	12	960	15	4	16	960
	<i>clean</i>	16	12	16	3072	26	6	20	3120
	<i>snatch</i>	11	10	12	1320	13	6	16	1248
12	<i>high pull</i>	4	16	12	768	6	8	16	768
	<i>clean</i>	14	16	16	3584	22	8	20	3520
	<i>snatch</i>	14	10	12	1680	17	6	16	1632
13	<i>high pull</i>	6	10	12	720	8	6	16	768
	<i>clean</i>	10	16	16	2560	16	8	20	2560
	<i>snatch</i>	16	10	12	1920	20	6	16	1920
14	<i>high pull</i>	8	10	12	960	10	6	16	960
	<i>clean</i>	10	16	16	2560	16	8	20	2560
	<i>snatch</i>	8	10	12	960	10	6	16	960
15	<i>high pull</i>	16	10	12	1920	20	6	16	1920
	<i>clean</i>	10	16	16	2560	16	8	20	2560

Rep=Repetição; KB=*Kettlebell*; Carga=Carga total de trabalho;

4.3 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a tratamento estatístico no *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) 24.0 para Windows. Após confirmar a normalidade do conjunto de dados, por meio do teste de Shapiro-Wilk, foi utilizada estatística descritiva com média e desvio padrão para caracterização dos grupos e das variáveis observadas. Os dados foram analisados a partir de uma ANOVA 2x2 com post hoc test de SIDAK para verificar as diferenças entre as intervenções. Todos os testes foram bicaudais, com nível de significância 5%. O tamanho do efeito (TE) do treinamento foi calculado através da diferença entre as médias dos resultados pós e pré testes, dividido pelo desvio padrão do resultado pré ($\text{Pós} - \text{Pré} / \text{DP Pré}$) e pode ser classificado como “pequeno” ($\text{TE} < 0,80$), “moderado” ($\text{TE} < 1,5$) e “grande” ($\text{TE} > 1,5$) (91).

5 RESULTADOS

Para melhor compreensão do leitor os resultados deste trabalho serão apresentados separadamente para cada estudo.

5.1 Estudo UM

A média da pontuação final na avaliação funcional do movimento aumentou significativamente ($p < 0,05$) tanto para o grupo UNILATERAL quanto para o grupo BILATERAL. Entretanto, não houve diferença significativa entre os grupos ao final do período de treinamento (figura 11). O grupo UNILATERAL apresentou uma melhora na pontuação do *Functional Movement Screen* de 19% (de 13,1 para 15,6 pontos, TE=1,19), e o grupo BILATERAL apresentou um resultado positivo de 12,5% (de 13,3 para 15 pontos, TE=0,63).

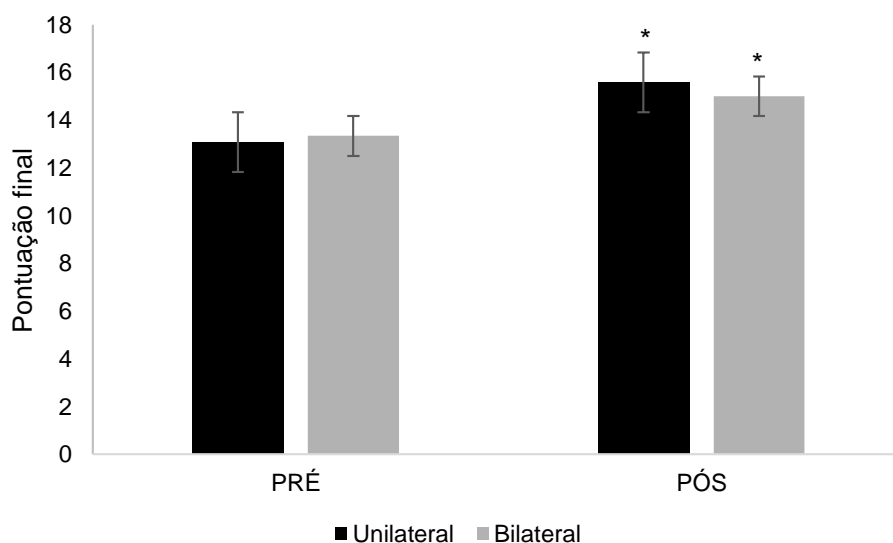


Figura 11. Pontuação final da avaliação funcional do movimento. Média e erro padrão. (*) significativamente maior que o pré.

Os dois grupos melhoraram de forma significativa ($p < 0,05$) na força muscular máxima de membros inferiores (*leg press*), mas não apresentaram diferença na força muscular máxima de membros superiores (supino) (Tabela 5). Não houve diferença significativa entre os grupos no pós teste.

Tabela 5. Comportamento da força muscular máxima após cinco semanas de treinamento, nos testes de *leg press* e supino. (Valores em média \pm desvio padrão).

Exercício	Unilateral (n=12)		Bilateral (n=9)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<i>Leg Press</i> (kg)	337 \pm 49	363 \pm 62*	341 \pm 64	374 \pm 63*
Supino (kg)	66 \pm 18	68 \pm 17	61 \pm 16	64 \pm 16

*significativamente maior que o pré

Ambos os grupos apresentaram incremento significativo ($p < 0,05$) na resistência de força de membros inferiores (*goblet squat*) e superiores (barra fixa) (Tabela 6). No exercício *goblet squat*, para que fosse preservada a postura adequada do início ao fim do exercício, foram utilizados *kettlebells* de diferentes pesos (20kg ou 24kg) para cada indivíduo e, por esse motivo é representado pela carga total ou seja, peso do *kettlebell* utilizado multiplicado pelo número de repetições alcançado. Não foi observado diferença significativa no pós teste.

Tabela 6. Comportamento da resistência de força após cinco semanas de treinamento, nos testes de *goblet squat* e barra fixa. (Valores em média \pm desvio padrão).

Exercício	Unilateral (n=12)		Bilateral (n=9)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<i>Goblet Squat</i> (kg) ^a	502 \pm 266	721 \pm 361*	433 \pm 198	694 \pm 263*
Barra Fixa (repetições)	6,1 \pm 4,2	7,7 \pm 4,1*	7,2 \pm 6,7	8,9 \pm 7,5*

*significativamente maior que o pré; a=carga total (repetições x peso levantado)

Os dois grupos atingiram significância estatística ($p \leq 0,05$) no teste de resistência intermitente (*YoYo Test Level I*). A média da distância total percorrida aumentou 13,6% (de 687 \pm 414 metros para 780 \pm 462 metros. TE=0,23) entre o grupo UNILATERAL e 38,4% (de 591 \pm 418 metros para 818 \pm 579 metros. TE=0,54) entre o grupo BILATERAL (Figura 12). Não foi possível perceber diferença significativa entre os grupos ao final do treinamento.

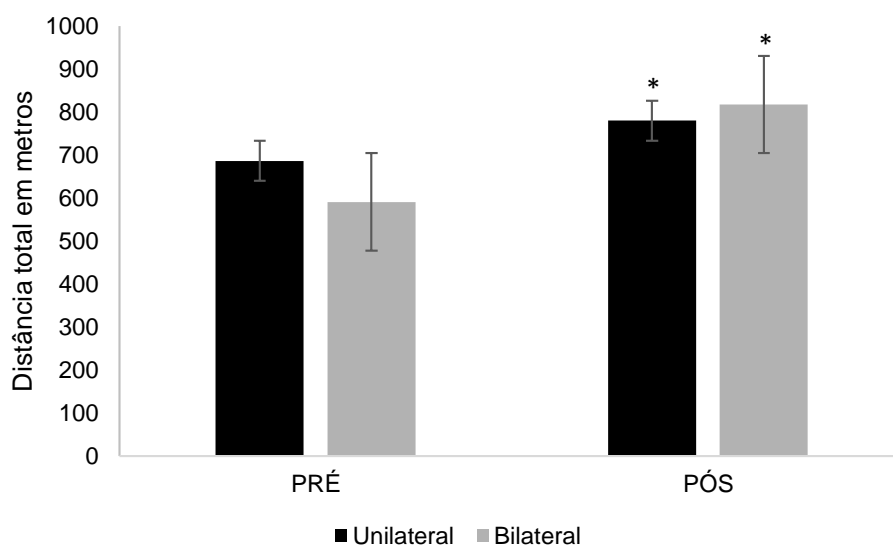


Figura 12. Comportamento da distância total percorrida no teste de resistência intermitente (YoYo IR *Level I*) para ambos os grupos. Média e erro padrão. (*) significativamente maior que o pré.

5.2 Estudo DOIS

Os grupos VOLUME e INTENSIDADE melhoraram significativamente ($P < 0,05$) a qualidade de movimento e ambos os grupos apresentaram média de 13,9 pontos no pré-teste e 15 pontos no pós-teste ($TE = 0,40$) (Figura 13).

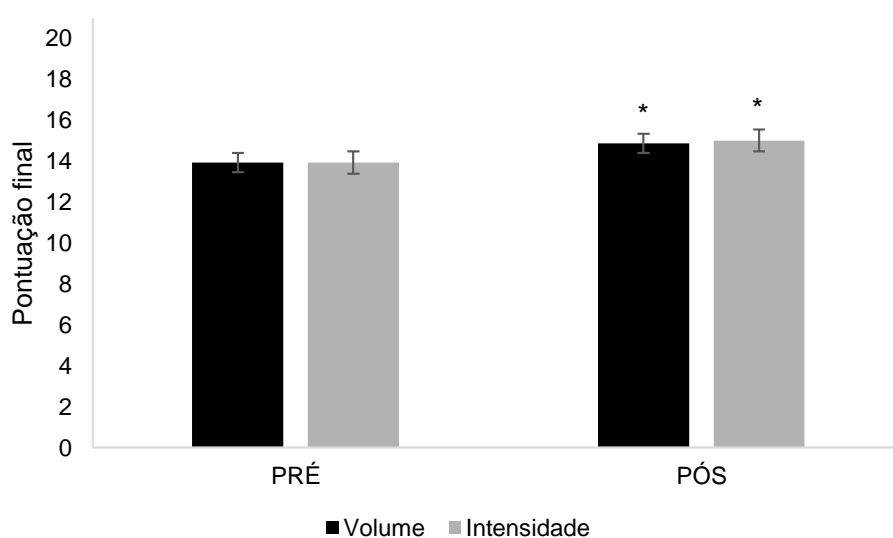


Figura 13. Pontuação final da avaliação funcional do movimento. Média e erro padrão. (*) significativamente maior que o pré.

A força muscular máxima de membros inferiores (*leg press*) e superiores (supino) aumentou de forma significativa ($p<0,05$) para ambos os grupos (Tabela 7) e, em nenhum dos casos foi observado diferença significativa entre os grupos no pós teste.

Tabela 7. Comportamento da força muscular máxima após cinco semanas de treinamento, nos testes de *leg press* e supino. (Valores em média \pm desvio padrão).

Exercício	Volume (n=14)		Intensidade (n=13)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<i>Leg Press</i> (kg)	317 \pm 77	339 \pm 91*	342 \pm 90	385 \pm 91*
Supino (kg)	56 \pm 17	61 \pm 17*	56 \pm 20	60 \pm 18*

*significativamente maior que o pré

A resistência de força aumentou significativamente ($p<0,05$) em ambos os grupos, tanto para os membros inferiores (*goblet squat*) quanto para membros superiores (barra fixa) (Tabela 8) e não houve diferença entre os grupos no pós teste de ambos exercícios. No exercício *goblet squat*, foi utilizado a carga total (peso do *kettlebell* x número de repetições) como medida de comparação entre os grupos, visto que alguns indivíduos utilizaram *kettlebell* com peso diferente para que fosse preservado a correta postura durante todo o movimento.

Tabela 8. Comportamento da resistência de força após cinco semanas de treinamento, nos testes de *goblet squat* e barra fixa. (Valores em média \pm desvio padrão).

Exercício	Volume (n=14)		Intensidade (n=13)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
<i>Goblet Squat</i> (kg) ^a	513 \pm 303	645 \pm 328*	573 \pm 226	713 \pm 244*
Barra Fixa (repetições)	5,5 \pm 3,7	6,5 \pm 3,8*	6,6 \pm 6,1	7,4 \pm 6,6*

*significativamente maior que o pré; a=carga total (repetições x peso levantado)

Tanto o grupo VOLUME quanto o grupo INTENSIDADE apresentaram aumento estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) na média da distância final atingida no teste de resistência intermitente (Figura 14). A média da distância total percorrida aumentou em 117 metros no grupo VOLUME e em 160 metros no grupo INTENSIDADE. O incremento foi percentual e o tamanho do efeito foram similares entre os grupos, sendo, respectivamente 19,34% e 0,34 para o grupo VOLUME e 20,63% e 0,33 para o grupo INTENSIDADE. Consequentemente, não houve diferença entre os grupos no pós teste.

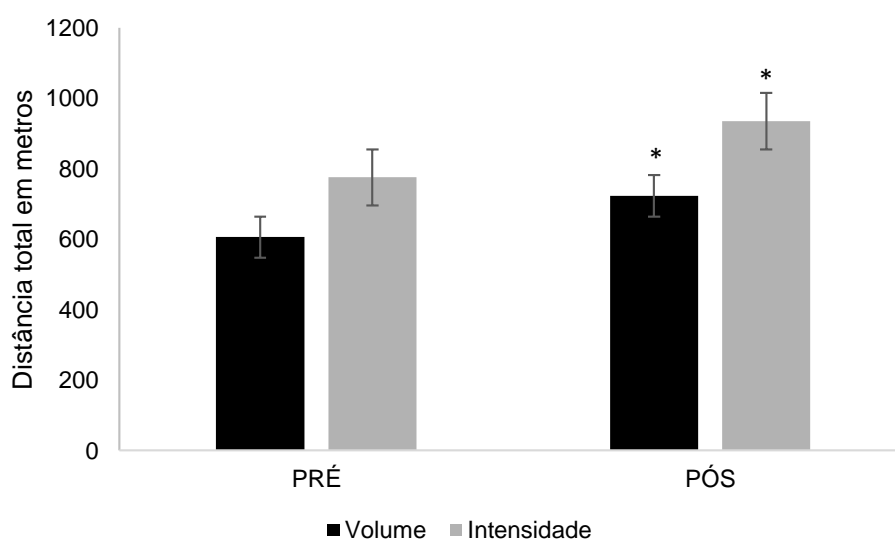


Figura 14. Comportamento da distância total percorrida no teste de resistência intermitente (YoYo IR *Level I*) para ambos os grupos. Média e erro padrão. (*) significativamente maior que o pré.

6 DISCUSSÃO

6.1 Estudo UM

O principal achado deste estudo foi o fato de que as duas formas mais comuns de praticar o exercício *swing* com *Kettlebell* foram eficientes para melhorar o desempenho em todas as variáveis testadas com exceção da resistência de força para membros superiores. Em relação à qualidade de movimento, apesar da magnitude do efeito ter sido maior para o grupo UNILATERAL, classificada como “moderada” (TE=1,19), e menor para o grupo BILATERAL, “pequeno” (TE=0,63) (91), a análise estatística não demonstrou diferença significativa entre os grupos. Até o nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que demonstrou a eficiência do treinamento com *kettlebell* na melhora dos padrões de movimento. O FMS foi a ferramenta utilizada neste estudo para a avaliação funcional do movimento. Esta ferramenta se mostrou confiável (92), reproduzível (93), além de ser de fácil aplicabilidade e de baixo custo, fatores que contribuíram para a popularização do FMS, atualmente adotada pelos mais renomados centros de treinamento físico como ferramenta de avaliação da qualidade de movimento. Kiesel *et al.* (70) e Chorba *et al.* (71) demonstraram em seus estudos com atletas de futebol americano e atletas do sexo feminino, respectivamente, que um resultado final de 14 pode ser considerado um ponto de corte para determinar um menor ou maior risco de desenvolver lesões crônicas. Esta referência passou a ser utilizada por treinadores e academias de ginástica para definir a melhor conduta com seus alunos e clientes, oferecendo desde atividades personalizadas para atender necessidades específicas ($FMS \leq 14$), até a possibilidade de participar das aulas em grupo ($FMS > 14$), de acordo com o resultado da avaliação funcional do movimento. No nosso estudo, tanto o grupo UNILATERAL quanto o grupo BILATERAL apresentaram notas 13 no pré teste e acima de 15 no pós teste, ou seja, os dois grupos superaram o ponto de corte após o período de treinamento.

Em relação ao efeito do treinamento com *kettlebell* sobre a força dinâmica muscular de membros inferiores, os dois grupos investigados apresentaram melhora significativa tanto na força máxima quanto na resistência de força, o que pode ser justificado pelo fato dos membros inferiores serem os principais

responsáveis pela maior parte do trabalho mecânico durante o *swing* com *kettlebell* (25), pela participação de praticamente toda a cadeia extensora no processo de aceleração do *kettlebell* (21) e, conforme demonstrado por Van Gelder et al. (94), as duas formas de execução do exercício *swing* provocaram recrutamento muscular suficiente para aumentar a força dos músculos glúteo máximo, glúteo médio e bíceps femoral. Outro fator importante que pode ter contribuído para um maior número de repetições no *goblet squat* é a intensa exigência, durante o *swing*, dos músculos do “core” (95) e posteriores da coxa, os quais participam como fundamentais estabilizadores no agachamento (96). A estabilização e a manutenção das curvaturas naturais da coluna, praticado durante todo o movimento do *swing* com *kettlebell*, somado à expiração forçada (ativação dos músculos do core) na fase alta do movimento, possivelmente contribuíram para a postura adequada durante o *goblet squat*. Segundo McGill e Marshall (21), o aumento da pressão intra abdominal, a qual requer a contração simultânea de todos os músculos abdominais (30), é o maior responsável por amenizar as forças de compressão e cisalhamento, e estabilizar a coluna vertebral na manutenção de suas curvaturas naturais.

Para analisar o efeito do treinamento sobre a força dinâmica muscular de membros superiores, é importante lembrar que, durante o *swing*, não deve ocorrer a participação dos braços para acelerar o *kettlebell*. Entretanto, os músculos do manguito rotador, juntamente com o grande dorsal estão em constante ativação com o objetivo de neutralizar a tendência do *kettlebell* em se afastar do corpo (descooptação) devido à sua força centrípeta, e manter a cooptação do úmero na cavidade glenoidea (97), característica fundamental para uma correta execução deste exercício. A atividade destes músculos pode ser uma justificativa para o aumento da força encontrado no exercício de barra fixa. Por outro lado, o fato de não ter sido observado nenhuma diferença da força no exercício supino é justificado pela especificidade de movimento, visto que no *swing* não há participação da musculatura responsável pelo padrão de empurrar.

Quanto ao efeito do treinamento sobre a capacidade cardiorrespiratória, estimada neste estudo através da distância total percorrida em teste de resistência intermitente (YoYo IR Level I), os dois grupos apresentaram melhora significativa

e, apesar de não ter sido alcançado diferença estatisticamente significativa entre os grupos no pós teste, a magnitude do efeito foi duas vezes maior para o grupo que praticou de forma bilateral e com uma carga maior. O consumo de oxigênio, avaliado de forma direta, já foi investigado por Farrar *et al.* (14), ao analisar uma típica sessão de treinamento com o exercício *swing*, por Husley *et al.* (50), ao comparar um treinamento de *swing* com uma sessão de corrida em esteira, e por Thomas *et al.* (51), quando utilizou o VO_2 como meio de estabelecer a mesma intensidade entre uma sessão de treinamento com *kettlebell* e uma caminhada em esteira. Em todos estes estudos, os autores concluíram que o consumo de oxigênio atingiu valores suficientes para exercer influência positiva no condicionamento cardiorrespiratório. Entretanto, nenhum estudo havia utilizado um teste de pista para avaliar a influência de um período de treinamento de *swing* com *kettlebell* sobre a resistência. O teste YoYo IR foi utilizado neste estudo devido à sua similaridade ao exercício *swing* quanto à sua prática, ambos são realizados de forma intervalada. Nos três estudos citados neste parágrafo, os sujeitos realizaram o *swing* de forma bilateral e com *kettlebell* de 16kg. Neste, apenas o grupo UNI utilizou esta carga, enquanto que o grupo BI realizou o *swing* com *kettlebell* de 24kg, motivo pelo qual acreditamos que a maior carga, tendo provocado uma maior intensidade de trabalho, foi a responsável por uma maior resposta no total da distância percorrida para o grupo BI.

6.2 Estudo DOIS

O principal achado deste estudo foi a similaridade dos resultados encontrados para todas as variáveis testadas, independentemente do volume e intensidade utilizados por cada grupo. Em relação à qualidade de movimento, apesar dos indivíduos já apresentarem níveis aceitáveis decorrente da melhora obtida no estudo UM, ambos os grupos deste estudo aumentaram significativamente o resultado da avaliação funcional do movimento. A maior intensidade, volume e diversidade de exercícios utilizados neste estudo podem ter sido os motivos para que os sujeitos continuassem apresentando melhoras na qualidade de movimento

Comparando ao estudo anterior, no qual a média do FMS superou o ponto de corte após o período de intervenção, neste estudo os sujeitos iniciaram com uma maior pontuação no FMS mas, ainda assim, também melhoraram a qualidade do movimento após cinco semanas de treinamento.

A força dinâmica máxima de membros superiores aumentou significativamente para os dois grupos (8,6% para VOL e 6% para INT) sem diferença significativa entre eles no pós teste. Assim como no estudo UM, no protocolo de treinamento deste estudo não foi realizado exercício no padrão de movimento empurrar, mas a variedade de exercícios e a maior carga total de treinamento em relação ao estudo anterior podem justificar o resultado positivo neste estudo. Manocchia *et al.* (15) também encontraram um aumento significativo (30%) na força do supino após dez semanas de treinamento com *kettlebell*. Além dos movimentos balísticos (*swing*, *clean* e *snatch*), o protocolo de treinamento utilizado por Manocchia *et al.* (15) envolvia movimentos com ação de empurrar (*military press*), o que pode ter influenciado para um maior aumento da força de membros superiores no exercício supino.

A força dinâmica máxima de membros inferiores aumentou significativamente para os dois grupos (7% para VOL e 12,5% para INT) sem diferença estatisticamente significativa entre eles. Beltz *et al.* (18) também utilizou o *leg press* para avaliar a força máxima de membros inferiores e encontrou um aumento de 14,8% após 8 semanas de treinamento com *kettlebell*. A força máxima já foi também avaliada através do agachamento (*back squat*), Otto *et al.* (17) encontraram um aumento de 4,5% após seis semanas e Lake e Lauder (16) reportaram uma melhora de 12% no mesmo período. A carga utilizada no treinamento com *kettlebell* é significativamente mais baixa (10 a 25% do peso corporal) quando comparado à carga utilizada pelos atletas de levantamento de peso básico (duas a três vezes o peso corporal), entretanto, a característica balística dos movimentos realizados com *kettlebell* resultam em um pico de força e potência similares aos valores encontrados nos atletas de força (25). A extensão simultânea das articulações dos tornozelos, joelhos e quadril (tripla extensão) é a principal responsável pela aceleração do *kettlebell* (21), e esta similaridade com o

movimento do *leg press* e agachamento pode ter contribuído com os resultados positivos apresentados neste estudo.

Em relação à capacidade resistência de força, os dois protocolos de treinamento investigados neste estudo, juntos, resultaram em um aumento de 15,35% no teste de barra fixa e de 25% no teste de *goblet squat*. Apesar da diferença entre os volumes e intensidades de cada protocolo, não foi detectado diferença entre grupos no resultado destes testes. Para efeito de comparação, o único estudo que utilizou um teste envolvendo o padrão de movimento de puxar (remada), foi de Beltz *et al.* (18), mas não encontraram diferença significativa após oito semanas de treinamento com *kettlebell*. Este mesmo estudo relata uma melhora de 70% na força dos músculos do *core*, o que pode ter contribuído para um melhor desempenho no teste de barra fixa. McGill e Marshall (21) demonstraram uma atividade eletromiográfica de até cinco vezes maior nos músculos do *core* quando o *swing* era realizado com a técnica de “*kime*” (contração voluntária dos músculos abdominais na posição final do *swing*). Esta técnica foi exigida durante todas as sessões do nosso estudo e pode também ter contribuído para o melhor resultado no *goblet squat*, visto que a participação dos músculos do *core* é fundamental para a manutenção da postura correta (98).

Após cinco semanas de treinamento com *kettlebell*, tanto o grupo que treinou com um maior volume e menor intensidade (VOL) quanto o grupo que praticou com maior intensidade e menor volume (INT), aumentaram, significativamente, o desempenho no teste de resistência intervalada (YoYo IR *level* I), utilizado como meio de avaliação da capacidade cardiorrespiratória dos sujeitos, sendo que a diferença entre a distância total percorrida por cada grupo foi de apenas 43 metros. Estas melhorias observadas em ambos os grupos são consistentes com outros dois estudos, Falatic *et al.* (19) e Beltz *et al.* (18), que analisaram o efeito de um período de treinamento com *kettlebell* sobre a capacidade aeróbica e registraram uma melhora de 6% e 14%, respectivamente. Neste estudo, os grupos VOL e INT aumentaram o desempenho cardiorrespiratório em 19 e 20%, respectivamente. A maior resposta cardiorrespiratória observada em nosso estudo pode ser justificada pelo maior volume (60 min) de treinamento comparado aos 20 minutos realizados por Falatic *et al.* (19) e pela seleção dos exercícios exclusivamente balísticos, em

comparação ao estudo de Beltz *et al.* (18), no qual foram intercalados exercícios balísticos e de força lenta como o *press*, *get up* e agachamento. Os estudos que avaliaram as respostas agudas durante uma sessão de treinamento com *kettlebell*, Farra *et al.* (14), Porcari *et al.* (20) e Husley *et al.* (50), já indicavam o possível efeito crônico desta ferramenta ao apresentarem resultados próximos ao limite superior das recomendações do ACSM com os parâmetros suficientes para gerar aumento da capacidade cardiorrespiratória (64-94% do $FC_{\text{máx}}$ e 40 a 85% do $VO_{2\text{máx}}$) (10). Os motivos por serem selecionados os exercícios *swing*, *clean* e *snatch*, foram a característica balística, envolver todo o corpo e são os exercícios comumente utilizados nos protocolos de condicionamento cardiorrespiratório com *kettlebell*. A similaridade do resultado entre os dois grupos sugere que o volume e a intensidade utilizados por cada grupo podem não ter sido diferentes o suficiente para causar respostas particulares para cada grupo. Por outro lado, este resultado sugere também que o princípio da interdependência volume-intensidade oferece alternativas de treinamento para atingir um mesmo resultado

7 CONCLUSÃO

7.1 Estudo UM

Os resultados deste estudo demonstram que a prática regular do exercício *swing* com *kettlebell*, independentemente se executado de forma bilateral ou unilateral, tem um impacto positivo em diversas capacidades físicas simultaneamente. A forma de execução unilateral teve uma maior magnitude do efeito na melhora da qualidade dos padrões de movimentos enquanto que a forma bilateral teve maior magnitude do efeito na melhora da resistência cardiorrespiratória. Ambas formas de treinamento foram igualmente eficientes na melhora da força muscular máxima de membros inferiores e na resistência de força de membros inferiores e superiores.

7.2 Estudo DOIS

Os resultados deste estudo sugerem que o treinamento com exercícios balísticos com *kettlebell*, no qual ocorre a participação de grande massa muscular, como o *swing*, *clean* e *snatch*, são eficientes para melhorar a qualidade de movimento, a força muscular dinâmica e a resistência cardiorrespiratória. Diante da similaridade dos resultados encontrados entre os dois grupos, a carga total de trabalho parece ter sido o fator mais importante na melhora das variáveis analisadas neste estudo.

8 APLICAÇÕES PRÁTICAS

8.1 Estudo UM

Vale ressaltar que a maioria dos exercícios com *kettlebell* são praticados de forma unilateral o que nos parece sensato utilizar o modo bilateral como uma progressão para se chegar à prática unilateral. Este estudo contribui para a análise comparativa entre as duas formas mais comuns de execução do exercício *swing*, fundamental no treinamento com *Kettlebell*, e poderá servir como base para outras investigações como, por exemplo, a comparação com o *swing double*.

8.2 Estudo DOIS

Apesar de não ter sido possível diferenciar o efeito do volume e da intensidade sobre a qualidade de movimento, força muscular e resistência cardiorrespiratória, o detalhado protocolo de treinamento utilizado neste estudo possibilita uma maior compreensão sobre a influência destas variáveis em um treinamento com *kettlebells*. Além de ser um ponto de referência para futuras investigações sobre a dose de treinamento mais adequada para cada objetivo.

9 APÊNDICES

9.1 Apêndice 1

Ficha de Inscrição

Dados de identificação:

Nome: _____

Sexo: () Fem () Mas Data de Nascimento: ____/____/____ Idade: _____

Email: _____

Telefone(s): _____

Estado Civil: () solteiro () casado () união estável
() separado () divorciado () viúvo

Escolaridade: _____ Curso: _____

Em caso de emergência (nome e tel.): _____

Pratica exercício? Qual? Quantas vezes por semana? Há quanto tempo?

Condições de saúde/Fatores de risco

1. Alguma vez foi mencionado que você tem algum problema cardíaco ou que só poderia fazer atividade física com recomendação médica?

() Não () Sim _____

2. Você sente dor ou desconforto no peito quando faz atividades físicas?

() Não () Sim _____

3. Nos últimos meses você tem sentido dor ou desconforto no peito mesmo sem fazer atividade física?

() Não () Sim _____

4. Você perde o equilíbrio em virtude de tonturas ou alguma vez já ficou inconsciente?

() Não () Sim _____

5. Você tem problemas ósseos, articulares ou de coluna que pioram quando pratica atividade física?

() Não () Sim _____

6. Seu médico já prescreveu medicamentos para pressão arterial ou problemas cardíacos?

() Não () Sim _____

7. Você tem qualquer outra razão conhecida para não praticar atividade física?

() Não () Sim _____

8. Algum médico já afirmou que você possui alguma(s) dessas doenças:

() Hipertensão () Osteoporose () Diabetes () Artrite/Artrose

() Colesterol Alto () Depressão () Outro _____

9. Está tomando algum medicamento?

() Não () Sim Qual? _____

10. Alguém da família já teve ataque cardíaco? (pai, mãe, irmão)

() Não () Sim Quem? _____

DATA:

ASSINATURA:

9.2 Apêndice 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Sr(a)

Temos o prazer de convidá-lo(a) a participar da pesquisa intitulada “**EFEITOS DO TREINAMENTO COM KETTLEBELL**” que tem por objetivo quantificar as modificações da força após um período de cinco semanas de treinamento.

Com os resultados deste trabalho temos a intenção de contribuir tanto com o meio científico quanto na tomada de decisão por parte de treinadores e praticantes de atividades que utilizam o *kettlebell* como ferramenta de treinamento físico.

Para este estudo serão levantadas informações referentes ao histórico de atividade física e histórico de saúde. Serão tomadas medidas de estatura, massa corporal, circunferências de abdômen, cintura e quadril. E serão realizados testes de força máxima, potência, velocidade e resistência.

Ressaltamos que existe o risco de lesão muscular e/ou articular como estiramento e entorse, durante a prática da atividade física, mas os quais serão minimizados pelo acompanhamento de profissionais capacitados.

Ressaltamos que será mantido o anonimato e que os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos.

Caso haja alguma dúvida, poderemos ser encontrados nos telefones (79) 2105-6537/6597, Departamento de Educação Física/Universidade Federal de Sergipe em contato com o Prof. Bruno Farias Castro.

Neste sentido, gostaríamos de contar com sua colaboração participando de nosso estudo, de maneira que antecipadamente agradecemos.

Att., Prof. Bruno Farias Castro e Orientador Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto.

Eu, _____,
portador da RG _____, informo que estou ciente dos
riscos em participar da pesquisa intitulada “**EFEITOS DO TREINAMENTO COM KETTLEBELL**”, de maneira que concordo em participar da mesma. Intendo que poderei abandonar a pesquisa a qualquer momento livre de qualquer ônus.

Aracajú (SE), _____ de _____ de 2014

Assinatura: _____


9.3 Apêndice 3


Público
Pesquisador
Alterar Meus Dados
Bruno

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA





Título da Pesquisa: Comparação entre forma de execução, volume e intensidade durante exercício com kettlebell.
Pesquisador Responsável: Bruno Farias Castro
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 38890314.4.0000.5546
Submetido em: 13/11/2014
Instituição Proponente: Departamento de Educação Física
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_429313

+ DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação ▾	Pesquisador Responsável ▾	Versão ▾	Submissão ▾	Modificação ▾	Situação ▾	Exclusiva do Centro Coord. ▾	Ações
PO	Bruno Farias Castro	1	13/11/2014	10/01/2015	Aprovado	Não	   

9.4 Apêndice 4

NOME:			
PESO:		IDADE:	
ATIVIDADE:			
FMS	Parcial		Final
Comentários			
DEEP SQUAT			
HURDLE STEP	E		
	D		
IN LINE LUNGE	E		
	D		
SHOULDER MOBILITY	E		
	D		
CLEARING TEST	E		
	D		
ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE	E		
	D		
TRUNK STABILITY			
CLEARING TEST			
ROTARY STABILITY	E		
	D		
CLEARING TEST			
TOTAL			

10 REFERÊNCIAS

1. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2006;16(S1):3-63.
2. Cornelissen VA, Buys R, Smart NA. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*. 2013;31(4):639-48.
3. Huang G, Shi X, Davis-Brezette JA, Osness WH. Resting heart rate changes after endurance training in older adults: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005;37(8):1381-6.
4. Kay S, Singh F. The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obesity Reviews*. 2006;7(2):183-200.
5. Paoli A, Moro T, Marcolin G, Neri M, Bianco A, Palma A, et al. High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *Journal of Translational Medicine*. 2012;10(1):237.
6. Gomez-Cabello A, Ara I, González-Agüero A, Casajus J, Vicente-Rodriguez G. Effects of training on bone mass in older adults. *Sports Medicine*. 2012;42(4):301-25.
7. Stasinaki A-N, Gloumis G, Spengos K, Blazeovich AJ, Zaras N, Georgiadis G, et al. Muscle strength, power and morphological adaptations after 6 weeks of compound vs. complex training in healthy men. *Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association*. 2015;[publish ahead of print].
8. Padilla CC, Sanchez CP, Cuevas M. [Benefits of strength training for the prevention and treatment of sarcopenia]. *Nutricion Hospitalaria*. 2014;29(5):979-88.
9. VIGITEL B. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Secretaria de Vigilância em Saúde Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa Brasília DF: Ministério da Saúde. 2013.
10. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(7):1334-59.
11. Romero-Arenas S, Martínez-Pascual M, Alcaraz PE. Impact of resistance circuit training on neuromuscular, cardiorespiratory and body composition adaptations in the elderly. *Aging and Disease*. 2013;4(5):256-63.
12. Schmidt W, Anderson K, Graff M, Strutz V. The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2015.
13. Tsatsouline P. Enter the kettlebell. Minneapolis: Dragon Door Publications. 2006.
14. Farrar RE, Mayhew JL, Koch AJ. Oxygen cost of kettlebell swings. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(4):1034-6.
15. Manocchia P, Spierer DK, Lufkin AK, Minichiello J, Castro J. Transference of kettlebell training to strength, power, and endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(2):477-84.

16. Lake JP, Lauder MA. Kettlebell swing training improves maximal and explosive strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(8):2228-33.
17. Otto III WH, Coburn JW, Brown LE, Spiering BA. Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(5):1199-202.
18. Beltz N, Erbes D, Porcari JP, Martinez R, Doberstein S, Foster C. Effects of kettlebell training on aerobic capacity, muscular strength, balance, flexibility, and body composition. *Journal of Fitness Research*. 2013;2(2):4-13.
19. Falatic JA, Plato PA, Holder C, Finch D, Han K, Cisar CJ. The effects of kettlebell training on aerobic capacity: San Jose State University; 2011.
20. Porcari JP, Schnettler C, Wright G, Doberstein S, Foster C. Energy Cost and Relative Intensity of a Kettlebell Workout: 798: June 3 1: 15 PM-1: 30 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42(5):65-6.
21. McGill SM, Marshall LW. Kettlebell swing, snatch, and bottoms-up carry: back and hip muscle activation, motion, and low back loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(1):16-27.
22. Brumitt J, Gilpin HE, Brunette M, Meira EP. Incorporating kettlebells into a lower extremity sports rehabilitation program. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*. 2010;5(4):257.
23. Sanchez T. Kettlebell Sport & Athlete Preparation. Broager. Trabalho de conclusão de curso para certificação de treinamento de força e condicionamento - Instituto Nacional Dinamarquês de Elite Esportiva; 2009.
24. Tsatsouline P. The Russian kettlebell challenge: Xtreme fitness for hard living comrades: Dragon Door Publications, Inc; 2001.
25. Lake JP, Lauder MA. Mechanical demands of kettlebell swing exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(12):3209-16.
26. Johnson BA, Salzberg CL, Stevenson DA. A systematic review: Plyometric training programs for young children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(9):2623-33.
27. Kenney WL, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise* 6th Edition: Human Kinetics; 2015.
28. Markovic G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*. 2007;41(6):349-55.
29. De Villarreal ES-S, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010;13(5):513-22.
30. McGill S. *Ultimate back fitness and performance*. 5. ed. Waterloo: Backfitpro Incorporated; 2009.
31. Jay K, Frisch D, Hansen K, Zebis MK, Andersen CH, Mortensen OS, et al. Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: a randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 2011:196-203.
32. Gunning JL, Callaghan JP, McGill SM. Spinal posture and prior loading history modulate compressive strength and type of failure in the spine: a biomechanical study using a porcine cervical spine model. *Clinical Biomechanics*. 2001;16(6):471-80.

33. Cholewicki J, McGill S, Norman R. Lumbar spine loads during the lifting of extremely heavy weights. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1991;23(10):1179-86.
34. McGill S. *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation*. 2. ed. Champaign: Human Kinetics; 2007.
35. McGill SM. The biomechanics of low back injury: implications on current practice in industry and the clinic. *Journal of Biomechanics*. 1997;30(5):465-75.
36. Crompton P, Berleman U, Visarius H, Begeman P, Nolte L, Prasad P, editors. *Response of the lumbar spine due to shear loading. Symposium: Injury prevention through biomechanics*. Detroit Wayne State University; 1995.
37. Cholewicki J, Greene HS, Polzhofer GK, Galloway MT, Shah RA, Radebold A. Neuromuscular function in athletes following recovery from a recent acute low back injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2002;32(11):568-75.
38. Marras W, Mirka G. Intra-abdominal pressure during trunk extension motions. *Clinical Biomechanics*. 1996;11(5):267-74.
39. Cholewicki J, McGill SM. Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics*. 1996;11(1):1-15.
40. Verkhoshansky YV, Siff MC. *Supertraining*. 6. ed. Rome: Verkhoshansky; 2009.
41. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*. 2002;88(1-2):50-60.
42. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1988;20(5 Suppl):S135-45.
43. Rutherford O, Jones D. The role of learning and coordination in strength training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1986;55(1):100-5.
44. Chilibeck PD, Calder AW, Sale DG, Webber CE. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1997;77(1-2):170-5.
45. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(8):1582-98.
46. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Miller NH, Hubbard VS, et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;63(25_PA):2960-84.
47. Kent W. The Effects of Sprint Interval Training on Aerobic Fitness: A Systematic Review. *WebmedCentral Sports Medicine* 2012;3(5):WMC003284.
48. Jay K. *Viking warrior conditioning*. St. Paul, MN: Dragon Door; 2009.
49. Cotter S. *Kettlebell Training*. Champaign, US: Human Kinetics; 2013.
50. Hulseley CR, Soto DT, Koch AJ, Mayhew JL. Comparison of kettlebell swings and treadmill running at equivalent rating of perceived exertion values. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(5):1203-7.

51. Thomas JF, Larson KL, Hollander DB, Kraemer RR. Comparison of two-hand kettlebell exercise and graded treadmill walking: effectiveness as a stimulus for cardiorespiratory fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(4):998-1006.
52. Schnettler C, Porcari J, Foster C. Physiologic Responses to a Kettlebell Workout. *Dissertação [Mestrado em Ciência do Esporte e Exercício] - University of Wisconsin; 2009.*
53. Keeley DW, Plummer HA, Oliver GD. Predicting asymmetrical lower extremity strength deficits in college-aged men and women using common horizontal and vertical power field tests: a possible screening mechanism. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(6):1632-7.
54. McGill SM, Andersen JT, Horne AD. Predicting performance and injury resilience from movement quality and fitness scores in a basketball team over 2 years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(7):1731-9.
55. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2014;9(3):396-409.
56. Bardenett SM, Micca JJ, DeNoyelles JT, Miller SD, Jenk DT, Brooks GS. Functional Movement Screen normative values and validity in high school athletes: can the FMS™ be used as a predictor of injury? *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;10(3):303.
57. Hewit J, Cronin J, Hume P. Multidirectional leg asymmetry assessment in sport. *Strength & Conditioning Journal*. 2012;34(1):82-6.
58. Hewit JK, Cronin JB, Hume PA. Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*. 2012;13(4):238-42.
59. Hoffman JR, Ratamess NA, Klatt M, Faigenbaum AD, Kang J. Do bilateral power deficits influence direction-specific movement patterns? *Research in Sports Medicine*. 2007;15(2):125-32.
60. Thompson MC, Shingleton LG, Kegerreis ST. Comparison of Values Generated During Testing of the Knee Using the Cybex II Plus® and Biodex Model B-2000® Isokinetic Dynamometers 1. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1989;11(3):108-15.
61. Meylan CM, Nosaka K, Green J, Cronin JB. Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28(5):545-54.
62. Meylan C, McMaster T, Cronin J, Mohammad NI, Rogers C. Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(4):1140-7.
63. Juris PM, Phillips EM, Dalpe C, Edwards C, Gotlin RS, Kane DJ. A dynamic test of lower extremity function following anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1997;26(4):184-91.
64. Daniel D, Malcom L, Stone M, Perth H, Morgan J, Riehl B. Quantification of knee stability and function. *Contemp Orthop*. 1982;5(1):83-91.
65. Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sports Medicine*. 1991;19(5):513-8.

66. Barber S, Noyes FR, Mangine RE, McCloskey J, Hartman W. Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1990(255):204-14.
67. Engelen-van Melick N, van Cingel RE, Tijssen MP, Nijhuis-van der Sanden MW. Assessment of functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of measurement procedures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(4):869-79.
68. Fitzgerald GK, Lephart SM, Hwang JH, Wainner MRS. Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2001;31(10):588-97.
69. McElveen MT, Riemann BL, Davies GJ. Bilateral comparison of propulsion mechanics during single-leg vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(2):375-81.
70. Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*. 2007;2(3):147-152.
71. Chorba RS, Chorba DJ, Bouillon LE, Overmyer CA, Landis JA. Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*. 2010;5(2):47-53.
72. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*. 2006;1(2):62-65.
73. Gray GW. *Lower extremity functional profile*: Wynn Marketing, Incorporated; 1995.
74. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Current Sports Medicine Reports*. 2013;12(4):215-7.
75. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2014;9(4):549-563.
76. Jade EE, Street R. The inter-rater reliability of the functional movement screen within an athletic population using untrained raters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;[publish ahead of print].
77. Shultz R, Anderson SC, Matheson GO, Marcello B, Besier T. Test-retest and interrater reliability of the functional movement screen. *Journal of Athletic Training*. 2013;48(3):331-6.
78. Moran RW, Schneiders AG, Major KM, Sullivan SJ. How reliable are Functional Movement Screening scores? A systematic review of rater reliability. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;bjsports-2015-094913.
79. Sprague PA, Mokha GM, Gatens DR. Changes in functional movement screen scores over a season in collegiate soccer and volleyball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association*. 2014;28(11):3155-63.
80. Berger R. Effect of varied weight training programs on strength. *Research Quarterly American Association for Health, Physical Education and Recreation*. 1962;33(2):168-81.
81. Bottaro M, Veloso J, Wagner D, Gentil P. Resistance training for strength and muscle thickness: effect of number of sets and muscle group trained. *Science & Sports*. 2011;26(5):259-64.

82. Starkey DB, Pollock ML, Ishida Y, Welsch MA, Brechue WF, Graves JE, et al. Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1996;28(0):10.
83. Hass CJ, Garzarella L, De Hoyos D, Pollock ML. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32(1):235-42.
84. Carpinelli R. Berger in retrospect: effect of varied weight training programmes on strength. *British Journal of Sports Medicine*. 2002;36(5):319-24.
85. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2003;35(3):456-64.
86. Peterson MD, Rhea MR, Alvar BA. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(2):377-82.
87. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos: Universidade Federal de Santa Maria.; 1995.
88. Kraemer WJ, Fry A, Ratamess N, French D. Strength testing: development and evaluation of methodology. *Physiological Assessment of Human Fitness*. 1995;2:119-50.
89. Miller T, Association C. NSCA's Guide to Tests and Assessments: Human Kinetics; 2012.
90. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine*. 2008;38(1):37-51.
91. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(4):918-20.
92. Minick KI, Kiesel KB, Burton L, Taylor A, Plisky P, Butler RJ. Interrater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(2):479-86.
93. Gribble PA, Brigle J, Pietrosimone BG, Pfile KR, Webster KA. Intrarater reliability of the functional movement screen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(4):978-81.
94. Van Gelder LH, Hoogenboom BJ, Alonzo B, Briggs D, Hatzel B. EMG Analysis and Sagittal Plane Kinematics of the Two-Handed and Single-Handed Kettlebell Swing: A Descriptive Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;10(6):811.
95. Andersen V, Fimland MS, Gunnarskog A, Jungård G-A, Slåttland R-A, Vraalsen ØF, et al. Core muscle activation in one-and two-armed kettlebell swing. *Journal of Strength and Conditioning Research/National Strength & Conditioning Association*. 2015; [publish ahead of print].
96. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001;33(9):1552-66.
97. Longo U, Berton A, Papapietro N, Maffulli N, Denaro V. Biomechanics of the rotator cuff: European perspective. *Medicine and Sport Science*. 2012;57:10-17.
98. Braidot A, Brusa M, Lestussi F, Parera G, editors. Biomechanics of front and back squat exercises. *Journal of Physics: Conference Series*; 2007: IOP Publishing.